

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Инженерно-строительный институт
Кафедра: Автомобильные дороги и городские сооружения

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

В.В. Серватинский

подпись

« 19 » 06 20 17 г.

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

08.03.01 «Строительство»

08.03.01.0015 «Автомобильные дороги»

На тему: Проект реконструкции автомобильной дороги III категории в Иркутской области

пояснительная записка

Руководитель

подпись, дата

должность, ученая степень

В.И. Жуков

инициалы, фамилия

Выпускник

подпись, дата

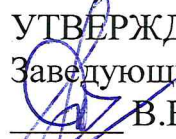
С.А. Перлов

инициалы, фамилия

Красноярск 2017г

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Инженерно-строительный институт
Кафедра: Автомобильные дороги и городские сооружения

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
 В.В. Серватинский
подпись
« ____ » ____ 20 __ г.

ЗАДАНИЕ
НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ
в форме бакалаврской работы

Студенту Перлову Сергею Александровичу
Группа ДС 13-11 Направление (специальность) 08.03.01.00.15
«Автомобильные дороги»

Тема выпускной квалификационной работы: Проект реконструкции участка автомобильной дороги III категории в Иркутской области.

Утверждена приказом по университету № 6962 от 30.05.17.


Руководитель ВКР В.И. Жуков, профессор кафедры автомобильных дорог и городских сооружений, ИСИ СФУ.

Исходные данные для ВКР: план и продольный профиль существующей дороги, интенсивность движения, район проектирования, климатические данные.

Перечень разделов ВКР: природные условия, анализ существующей дороги, реконструкция дороги, обустройство дороги, деталь, соображения по организации реконструкции.

Перечень графического материала: план, комплексная оценка безопасности движения дороги до и после реконструкции, детальный продольный профиль реконструируемой дороги, типы поперечных профилей, график распределения земляных масс и полоса отвода, варианты дорожной одежды, детальное проектирование, линейно-календарный график.

Руководитель ВКР



подпись

В. И. Жуков

Задание принял к исполнению

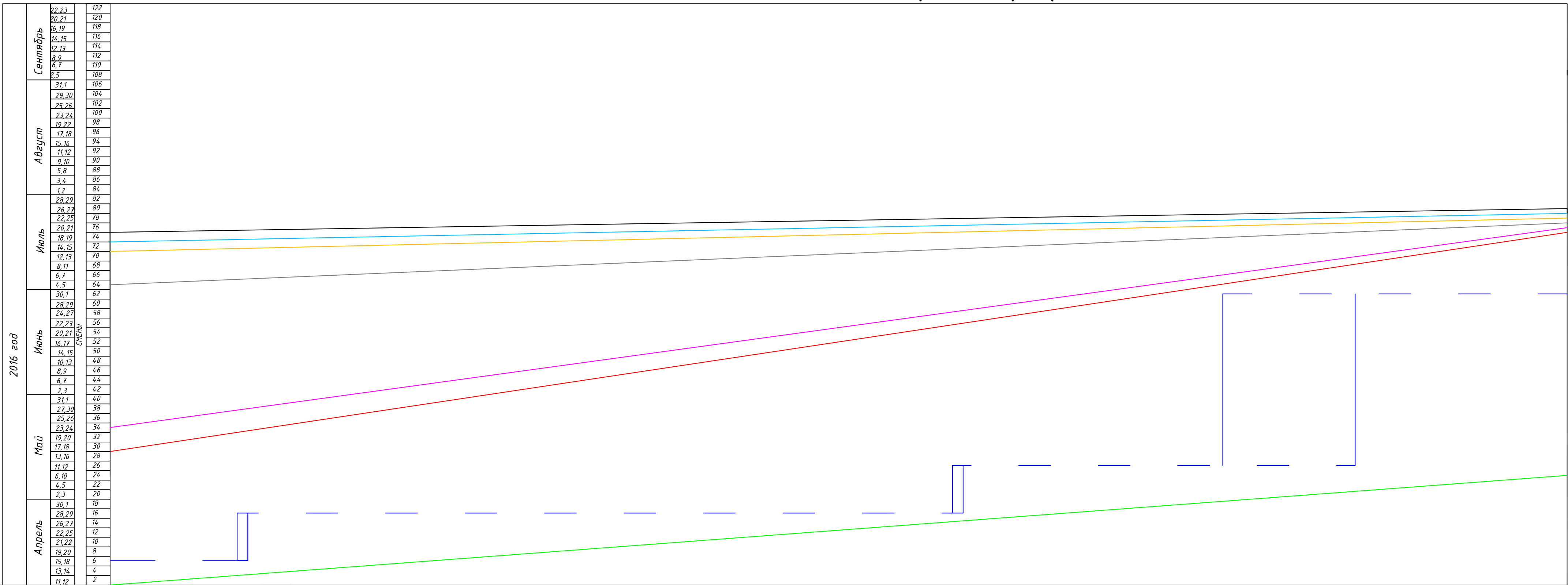


подпись

С.А. Перлов

« ____ » мая 20 17 г.

Линейный календарный график



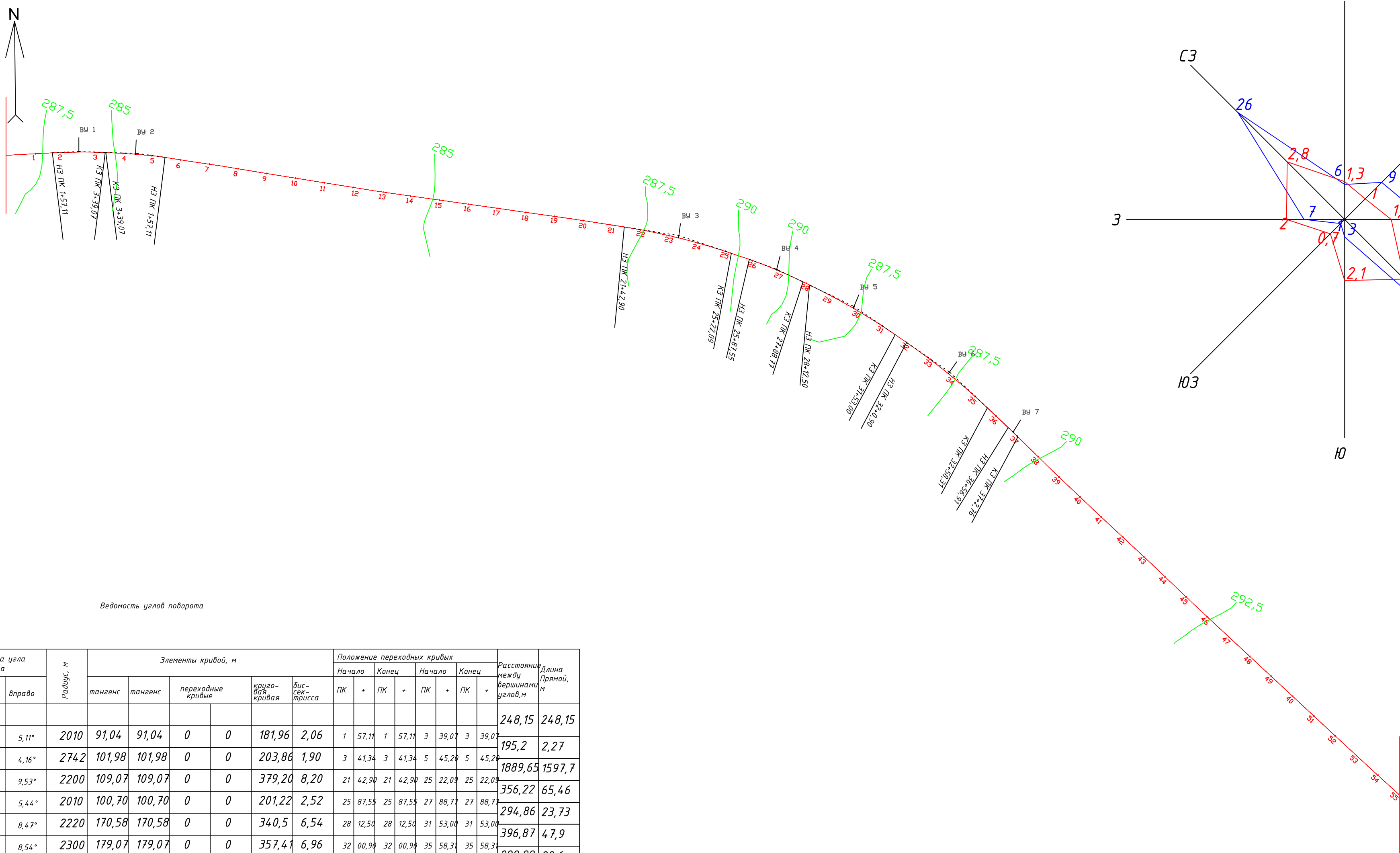
Схематический план трассы			0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5																			
Километры			0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5																			
Подготовительные работы	Объем работ																					
	Кол-во смен работы отряда																					
Искусственные сооружения	Характеристика																					
	Кол-во смен работы отряда																					
Земляные работы	Объем работ																					
	Кол-во смен работы отряда																					
Устройство дорожной одежды	Устройство песчаного слоя основания	Объем работ																				
		Кол-во смен работы отряда																				
	Устройство щебеночного слоя основания	Объем работ																				
		Кол-во смен работы отряда																				
	Устройство слоя основания из черного щебня	Объем работ																				
		Кол-во смен работы отряда																				
	Устройство асфальтобетонного слоя покрытия	Объем работ																				
		Кол-во смен работы отряда																				
Обустройство	Объем работ																					
	Кол-во смен работы отряда																					

						ВКР 270800.62-413101982			
						Сибирский Федеральный Университет Инженерно-строительный институт			
Изм.	Кол.	Лист	док.	Подп.	Дата	Реконструкция участка автомобильной дороги III категории в Иркутской области	Стдия	Лист	Листов
Разраб.		Перлов С.А			06.17		У	7	7
Руковод.		Жуков В.И.			06.17	Линейно-календарный график		АД и ГС	
Зав.Каб.		Сердобинский В.В.			06.17				

[illegible]

Повторяемость и скорость ветра за январь

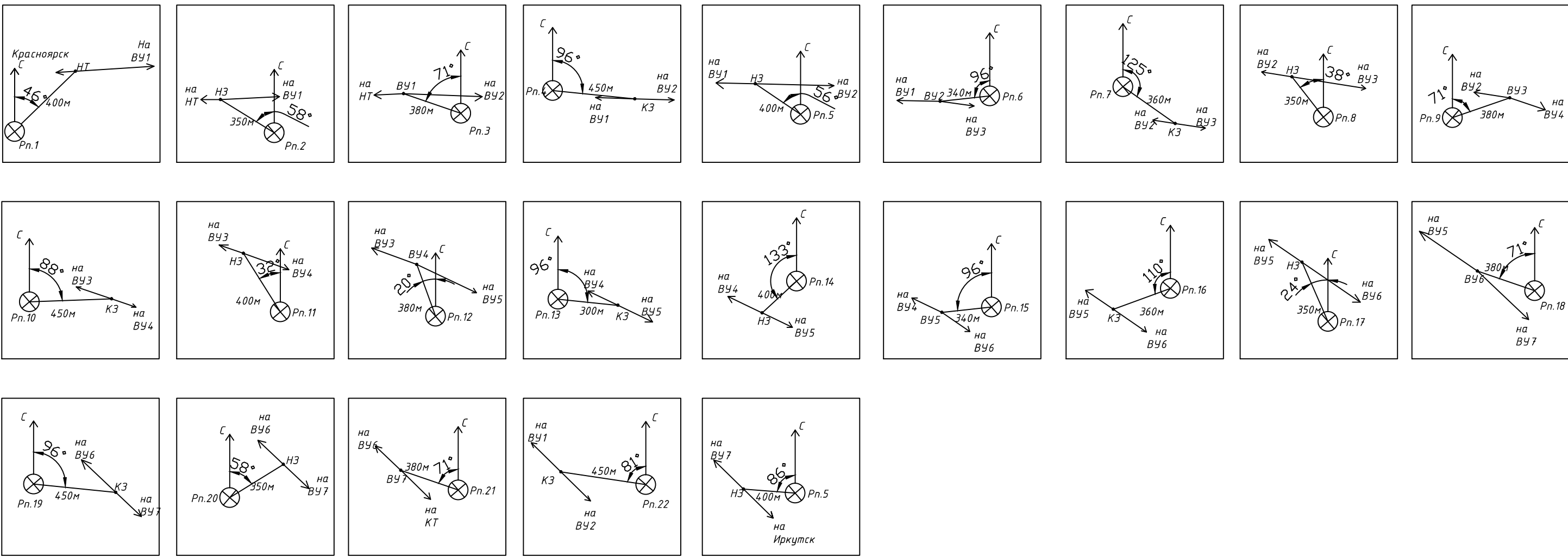
Повторяемость и скорость ветра за июль



Ведомость углов поворота

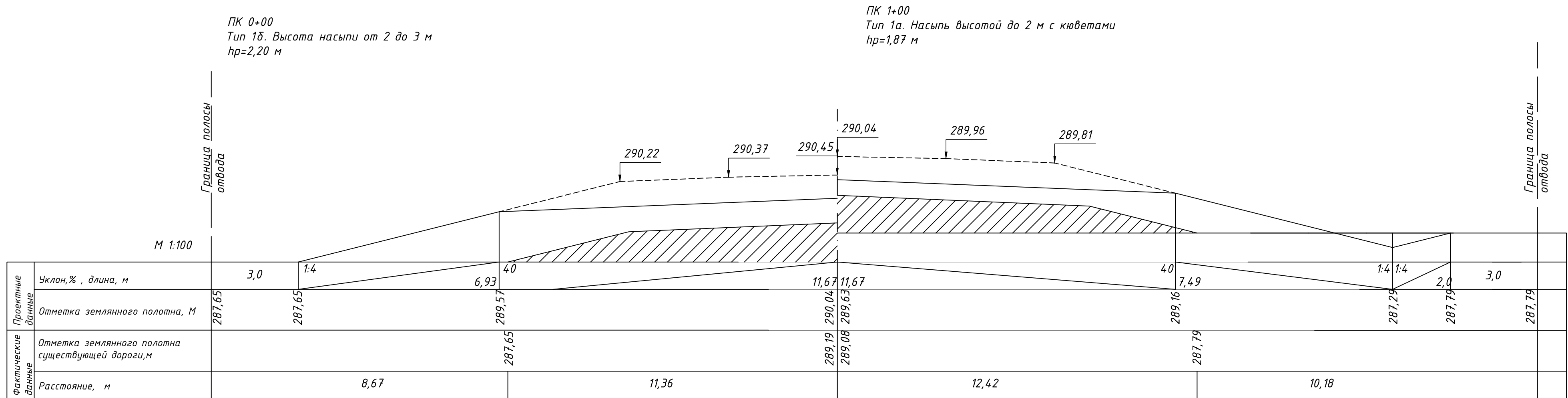
Точка	Положение вершины угла			Величина угла поворота		R, м	Элементы кривой, м					Положение переходных кривых					Расстояние между вершинами углов, м	Длина Прямой, м				
	КМ	ПК	+	влево	вправо		тангенс	тангенс	переходные кривые	радиус-кривая	диск-сек-трисса	Начало	Конеч	Начало	Конеч	+						
НТ	0	0	00														24,8,15	248,15				
ВУ1	0	2	48,15		5,11°	2010	91,04	91,04	0	0	181,96	2,06	1	57,11	1	57,11	3	39,07	3	39,07	195,2	2,27
ВУ2	0	4	43,31		4,16°	274,2	101,98	101,98	0	0	203,86	1,90	3	41,34	3	41,34	5	45,26	5	45,26	1889,65	1597,7
ВУ3	2	3	32,96		9,53°	2200	109,07	109,07	0	0	379,20	8,20	21	42,90	21	42,90	25	22,04	25	22,04	356,22	65,46
ВУ4	2	6	88,25		5,44°	2010	100,70	100,70	0	0	201,22	2,52	25	87,55	25	87,55	27	88,71	27	88,71	294,86	23,73
ВУ5	2	9	83,09		8,47°	2220	170,58	170,58	0	0	340,5	6,54	28	12,50	28	12,50	31	53,00	31	53,00	396,87	47,9
ВУ6	3	3	79,96		8,54°	2300	179,07	179,07	0	0	357,41	6,96	32	00,90	32	00,90	35	58,31	35	58,31	299,88	98,6
ВУ7	3	6	79,84		1,03°	2500	22,92	22,92	0	0	45,85	0,11	36	56,91	36	56,91	37	02,74	37	02,74	1820,16	1797,24
КТ	5	5	50																			

Привязка трассы к ситуационному объекту



ВКР 270800.62-4.11310982						Сибирский Федеральный Университет Инженерно-строительный институт					
Изм.	Кол.	Лист	док.	Подп.	Дата	Реконструкция участка автомобильной дороги III категории в Иркутской области			Стадия	Лист	Листов
Разраб.		Перелб.	С.А.		06.17				У	1	7
Руковод.	Жуков В.И.				06.17	План трассы и схема закрепления			АД и ГС		
Зав.Каф.	Сердобинский В.В.				06.17						

<i>Тип поперечного профиля</i>	<i>Местоположение</i>	<i>Расстояние, м</i>
<i>Тип 1а. Насыпь высотой до 2 м с кюветами</i>	<i>ПК0+55 – ПК1+20</i> <i>ПК38+73 – ПК39+14</i> <i>ПК54+91 – ПК55+00</i>	<i>65</i> <i>41</i> <i>9</i>
<i>Тип 1б. Высота насыпи от 2 до 3 м</i>	<i>ПК0+00 – ПК0+55</i> <i>ПК1+20 – ПК6+22</i> <i>ПК12+54 – ПК18+00</i> <i>ПК19+44 – ПК20+30</i> <i>ПК24+78 – ПК26+00</i> <i>ПК32+73 – ПК33+67</i> <i>ПК34+07 – ПК38+73</i> <i>ПК39+14 – ПК39+83</i> <i>ПК47+58 – ПК49+88</i> <i>ПК51+52 – ПК54+91</i>	<i>55</i> <i>502</i> <i>546</i> <i>86</i> <i>122</i> <i>94</i> <i>466</i> <i>69</i> <i>230</i> <i>339</i>
<i>Тип 2. Высота насыпи от 3 до 6 м</i>	<i>ПК6+22 – ПК12+54</i> <i>ПК18+00 – ПК19+44</i> <i>ПК20+30 – ПК24+78</i> <i>ПК26+00 – ПК32+73</i> <i>ПК33+67 – ПК34+07</i> <i>ПК39+83 – ПК43+30</i> <i>ПК46+22 – ПК47+58</i> <i>ПК49+88 – ПК51+50</i>	<i>632</i> <i>144</i> <i>448</i> <i>673</i> <i>40</i> <i>347</i> <i>136</i> <i>162</i>
<i>Тип 3. Высота насыпи от 6 до 12 м</i>	<i>ПК43+30 – ПК46+22</i>	<i>292</i>



Высокоплотный асфальтобетон марка битума БНД/БН 40/60 - 0,07
Плотный асфальтобетон III марки из щебеночной смеси - 0,07
Черный щебень пролитанный вязким битумом - 0,08
Щебень фракционный - 0,20
Песок крупный - 0,38
Насыпной грунт суглинок тяжелый пылеватый

0.75 2.25 0.75 3.75
40 20

Пористый крупнозернистый асфальтобетон I марки - 0,07
Высокопористый крупнозернистый асфальтобетон I марки - 0,08
Черный щебень по способу заклинки - 0,10
Щебеночная смесь С5-40 мм - 0,25
Песок средней крупности - 0,40
Насыпной грунт суглинок тяжелый пылеватый

0.75 2.25 0.75 3.75
40 20

					ВКР 270800.62-4.11310982			
					Сибирский Федеральный Университет Инженерно-строительный институт			
Изм. Кол.	Лист	док.	Подп.	Дата	Реконструкция участка автомобильной III категории дороги в Иркутской области	Стадия	Лист	Листов
Разраб.	Перлов С.А.			06.17		У	5	7
Руковод.	Жуков В.И.			06.17	Типовые поперечные профили и Дорожные одежды		АД и ГС	
Зав.Кад.	Сербовичский В.В.			06.17				

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Инженерно-строительный институт
Кафедра «Автомобильные дороги и городские сооружения»

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
_____ В.В. Серватинский
подпись инициалы, фамилия

« ____ » _____ 20 ____ г.

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

08.03.01 «Строительство»

08.03.01.00.15 «Автомобильные дороги»

Реконструкция участка а/д III категории в Иркутской области

Руководитель	_____	_____	<u>В. И. Жуков</u>
	подпись, дата	должность, ученая степень	инициалы, фамилия

Выпускник	_____	<u>С. А. Перлов</u>
	подпись, дата	инициалы, фамилия

Красноярск 2017 г.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	5
1 Природные условия района проектирования.....	6
1.1 Климат.....	6
1.2 Рельеф.....	9
1.3 Растительность и почвы.....	9
1.4 Инженерно – геологические условия.....	10
1.5 Сведения о наличии дорожно-строительных материалов	10
1.6. Заключение по природным условиям района проектирования.....	10
2 Анализ существующей дороги.....	11
2.1 План трассы.....	11
2.2 Земляное полотно.....	11
2.3 Искусственные сооружения.....	13
2.4 Дорожная одежда.....	13
2.5 Обустройство дороги.....	14
2.6 Комплексная оценка безопасности движения.....	14
2.6.1 Расчет скоростей движения.....	14
2.6.2 Оценка безопасности движения по графикам коэффициентов ава- рийности.....	17
2.6.3 Оценка по графикам коэффициента безопасности.....	18
2.6.4 Оценка по пропускной способности.....	19
2.6.5 Заключение по комплексной оценке безопасности движения.....	21
3 Реконструкция дороги.....	22
3.1 Определение категории дороги.....	22
3.2 План трассы.....	24
3.3 Продольный профиль.....	24
3.3.1 Обоснование руководящих отметок и контрольных точек.....	25
3.3.2 Описание проектной линии.....	28
3.4 Поперечный профиль.....	28
3.5 Дорожный водоотвод.....	29
3.6 Расчет дорожной одежды	30
3.6.1 Конструирование вариантов дорожной одежды.....	30
3.6.2 Экономическое сравнение вариантов дорожной одежды.....	35
3.7 Искусственные сооружения.....	36
3.8 Комплексная оценка безопасности движения.....	36
3.9 Подсчет объема земляных работ.....	38
3.10 Полоса отвода.....	39
4 Обустройство дороги.....	40
5 Деталь. Проектирование транспортной развязки.....	42
5.1 Оценка безопасности типов транспортной развязки	42
5.2 Проектирование примыкания листовидного типа.....	43
6 Соображения по организации реконструкции.....	47

Заключение.....	49
Список использованных источников.....	50
Приложение А Локальная смета на устройство первого варианта дорожной одежды.....	53
Приложение Б Локальная смета на устройство второго варианта дорожной одежды.....	57
Приложение В Расчет объема земляных работ.....	61
Приложение Г Расчет дорожных одежд.....	64

ВВЕДЕНИЕ

Наличие совершенной сети дорог является одной из важных предпосылок развития и совершенствования экономики страны. В мировой истории нет примеров стремительного развития государств, не имевших достаточного количества хороших дорог. Поэтому не сложно понять, что в XXI веке одним из важнейших факторов развитой страны являются качественные дороги. Таким образом поднятие уровня и качества строительства дорожно-транспортных путей, есть главная цель транспортной инфраструктуры.

Задача данного проекта – проектирование дороги II технической категории, проходящей в Иркутской области. Проектирование вызвано тем, что существующий участок автомобильной дороги уже не способен обеспечить пропуск современного количества автомобилей с учетом того, что современная дорога должна обеспечивать и удобство движения автомобилей на всем пути следования независимо от погодных условий и времени года.

1 Природные условия района проектирования

1.1 Климат

Иркутская область входит в I дорожно-климатическую зону согласно классификации по СП 34.13330.2012 [1].

Климатическая характеристика района проводится по СП 131.13330.2012 [2]. Необходимые для расчетов и проектирования дороги данные приведены в ведомости климатических показателей (таблица 1) и среднестатистические данные (таблицы 2-4).

Таблица 1 - Ведомость климатических показателей

№п/п	Наименование показателей	Ед. изм.	Величина
1	Абсолютная температура воздуха -минимальная -максимальная	°C	-50
			+36
2	Средняя температура наружного воздуха холодной пятидневки 0,98 0,92	°C	-40
			-38
3	Преобладающее направление ветра: декабрь-февраль июнь-август		ЮВ
			ЮВ
4	Максимальное из средних скоростей ветра по румбам за январь	м/с	2,9
5	Минимальное из средних скоростей ветра по румбам за июль	м/с	2,2
6	Среднемесячная относительная влажность воздуха: -наиболее холодного месяца -наиболее теплого месяца	%	80
			74
7	Количество осадков за: -ноябрь-март -апрель-октябрь	м	87
			402
8	Расчётная толщина снежного покрова обеспеченностью 5%	м	0,6
9	Глубина промерзания	м	2,7

Таблица 2 - Среднемесячная температура воздуха

Месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Темп, °С	-20,6	-18,1	-9,4	1,0	8,5	14,8	17,6	15,0	8,2	0,5	-10,4	-18,4

Таблица 3 - Повторяемость и скорость ветра за январь

Направление	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
Повторяемость, %	6	9	14	34	3	1	7	26
Скорость, м/с	1,3	1	1,6	2,9	2,1	0,7	2	2,8

Таблица 4 - Повторяемость и скорость ветра за июль

Направление	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
Повторяемость, %	4	2	5	32	9	6	18	24
Скорость, м/с	2	1,3	1,8	2,2	1,7	1,4	2,3	3

По таблицам 2-4 строим розы ветров и дорожно-климатический график.

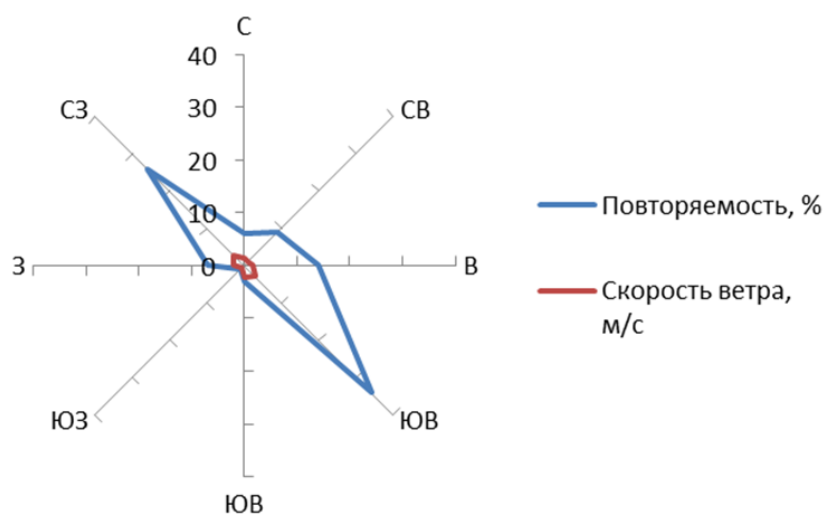


Рисунок 1 – Роза ветров за январь

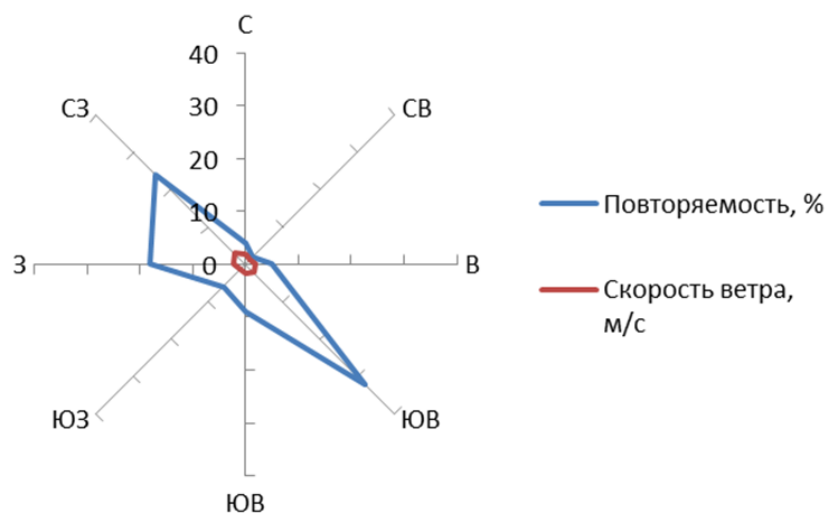


Рисунок 2 – Роза ветров за июль

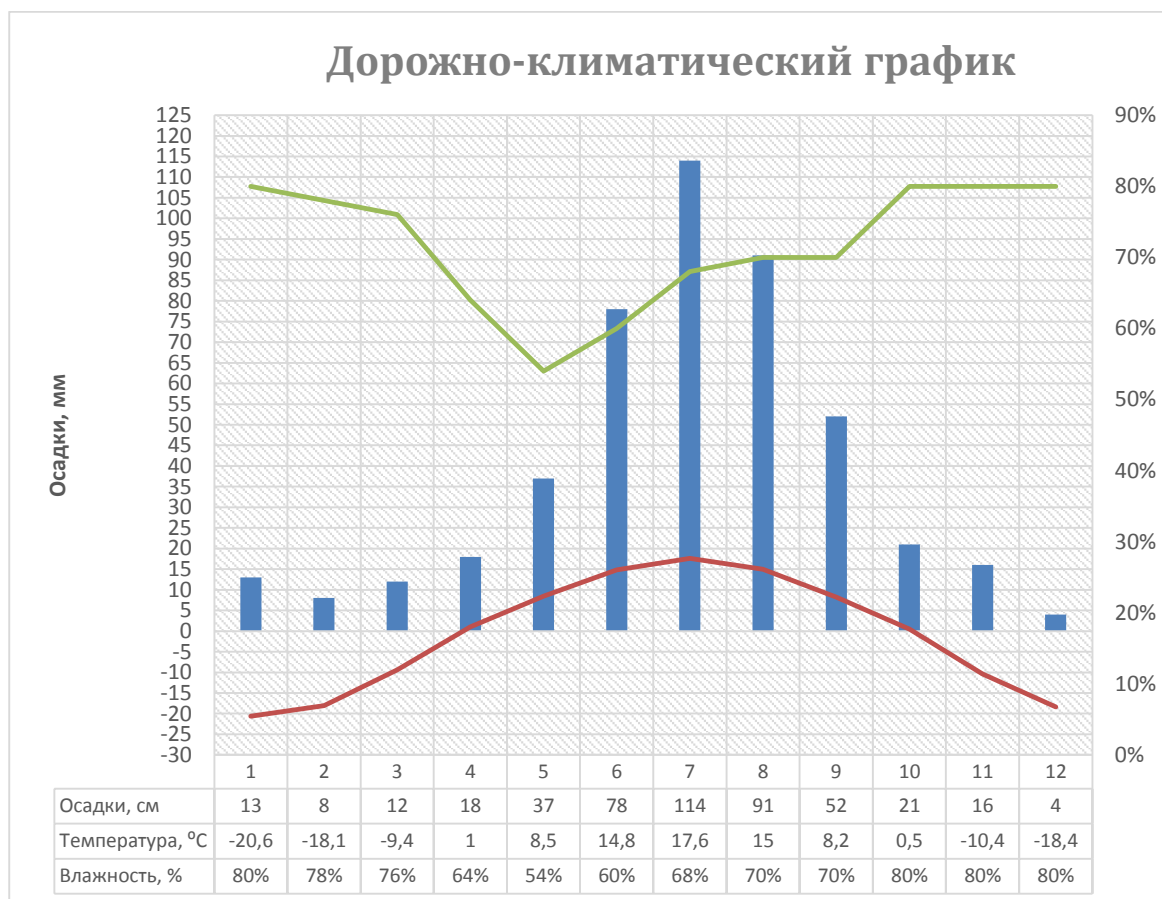


Рисунок 3 – Дорожно-климатический график

1.2 Рельеф

Рельеф дороги, слабо всхолмленный, слабо расчлененный долинами рек, с пологими склонами, а также ложинно-балочной сетью. Абсолютные отметки равнины 200-300 м. Междуречные пространства широкие, слабо выпуклые. Долины рек хорошо разработаны, с повсеместно развитым комплексом аккумулятивных террас.

1.3 Растительность и почвы

Растительность представлена преимущественно березой, лиственницей и кедром.

Породный состав лесного фонда разнообразен, наибольшие запасы - сосны и лиственницы. географический иркутский экономический.

Хвойные леса в области занимают 70% территории, в них преобладают сосняки, распространение которых уменьшается по мере продвижения к северу и северо-востоку области. На севере, где широко распространена мерзлота, главенствуют лиственничные леса. Характерная особенность хвойных лесов - разновозрастность.

Почвенный покров области весьма разнообразен. Наиболее широко распространены подзолистые почвы, расположенные на песчаных и супесчаных грунтах. Дерново-подзолистые развиваются под пологом темнохвойных и светлохвойных лесов. Дерновые лесные занимают нижние части склонов южной экспозиции осветленных, разреженных хвойно-мелко-лиственных травянистых лесов. Дерново-карбонатные - одни из плодороднейших почв области - формируются на известняках и известковистых песчаниках.

В лесостепных районах распространены серые лесные почвы, которые находятся под разреженными смешанными лесами с травянистым покровом; широко используются в земледелии.

1.4 Инженерно-геологические условия

По результатам бурения скважин грунты земляного полотна представлены галечниковыми грунтами с супесчаным твердым заполнителем, гравийными грунтами с суглинистым тугопластичным заполнителем, пылеватыми щебенистыми твердыми, тяжелыми песчанистыми гравелистыми тугопластичными с примесью органических веществ, супесями пылеватыми полутвердыми, суглинками легкими пылеватыми тугопластичными.

Грунты основания земляного полотна представлены галечниковыми грунтами, песками пылеватыми средней плотности водонасыщенными. Песками гравелистыми маловлажными и водонасыщенными, супесями песчанистыми гравелистыми твердыми, суглинками легкими песчанистыми гравелистыми мягкопластичными, супесями песчанистыми тугопластичными и мягкопластичными, суглинками легкими песчанистыми тугопластичными слабозаторфованными, суглинками легкими пылеватыми полутвердыми.

1.5 Сведения о наличии дорожно-строительных материалов

Для постройки насыпей разрабатываемых выемок грунт можно использовать и из специально закладываемых грунтовых карьеров. Суглинок тяжелый и глины могут быть использованы в качестве дорожно-строительных материалов при возведении насыпи. При возведении земляного полотна желательно использовать грунты, не меняющие своих свойств во времени.

1.6 Заключение по природным условиям района проектирования

Исходя из изложенной выше информации, Район строительства новой трассы находится во III дорожно-климатической зоне. Условия для строительства трассы благоприятны, строительных материалов хватает, таким образом местность для строительства автомобильных дорог пригодна.

2 Анализ существующей дороги

Общая протяженность участка трассы – 5,5 км. Общее направление автомобильной дороги – восточное. Интенсивность движения на текущий период составила 2938 авт/сут.

Относительные отметки на участке трассы колеблются от 283,78 м до 297,29 м.

Автомобильная дорога устроена в насыпи, высота которой находится в пределах от 0,68 м до 2,33 м.

2.1 План трассы

Элементы плана трассы существующей дороги соответствуют параметрам для дорог III категории. Длина существующего участка трассы составляет 5,5 км. Трасса имеет 7 углов поворота. Наибольший радиус кривой составляет 2500 м, наименьший 2010 м. На ПК 44+00 трасса пересекает дорогу III категории под углом 60°.

Существующий участок автомобильной дороги в плановом отношении позволяет проложить ось реконструируемой дороги по существующей без увеличения радиусов кривых.

2.2. Земляное полотно

Продольный профиль существующей дороги соответствует параметрам для III категории дорог. Наименьший радиус вогнутой кривой 8000 м, выпуклой кривой 20000 м. Наибольший продольный уклон 30 ‰. Наименьшая видимость составляет 300 м.

Рабочие отметки варьируются в пределах от 0,68 м до 2,33 м. Наблюдаются участки дорог на которых продольный $i_{\text{прод}} < 5\%$, что не соответствует нормативным значениям СП 34.13330.2012 [1].

Технические показатели проектной линии для продольного профиля существующей автомобильной дороги частично не соответствуют III категории автомобильной дороги по СП 34.13330.2012 [1]. Необходимо изменить проектную линию.

Поперечный профиль существующей дороги не соответствует параметрам для дорог III категории. Заложение откосов с отклонением от нормы, имеются участки трассы с уклоном 1:1,5, что не соответствует пункту 7.27 СП 34.13330.2012 [1].

Параметры конструкции:

- ширина проезжей части (6,0 – 7,0 м);
- ширина обочин (2,0-2,5 м);
- уклон проезжей части (20 ‰);
- уклон обочин (40 ‰).

Геометрические параметры конструкции земляного полотна не соответствуют для III категории автомобильной дороги по СП 34.13330.2012 [1]. Необходимо выполнить двухсторонне уширение земляного полотна, а также изменение заложения откосов.

С момента строительства элементы дорожного водоотвода подвергались разрушающим воздействиям эрозии и наносов, в результате чего кюветы в настоящее время не соответствуют заданным геометрическим параметрам и заросло травой, что повлекло за собой размывы земляного полотна сточными водами.

2.3 Искусственные сооружения

На участке трассы находятся три водопропускных трубы. Они располагаются согласно рельефу местности в пониженных местах, пропускают максимальный паводок расчетной вероятности превышения 3% и удовлетворяют основным техническим требованиям, предъявляемым к проектируемому сооружению.

На ПК 5+00 уложена круглая, одноочковая, железобетонная труба диаметром 1,50 м, длиной 16,15 м. Труба состоит из четырех четырехметровых звеньев состыкованных между собой. Труба чистая не заилена.

На ПК 32+00 уложена круглая, одноочковая, железобетонная труба диаметром 1,50 м, длиной 16,20 м. Состояние трубы хорошее. Оголовки и открьлки на входе и выходе в удовлетворительном состоянии, имеют значительное количество трещин. Труба чистая не заилена. Местность на входе и выходе трубы поросшая редким лесом и кустарником. На период изысканий вода в трубе отсутствует.

Существующие трубы находятся в хорошем состоянии и не требуют проведения ремонта или замены. Основные характеристики водопропускных труб представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Ведомость искусственных сооружений

№	ПК +	Наименование водотока	Тип и отверстие сооружения	Угол поворота к оси дороги,	Полная длина
1	5+00	лог	Круглая сборная ж/б d=1,5 м	90	16,15
2	32+00	лог	Круглая сборная ж/б d=1,5 м	90	16,20

2.4 Дорожная одежда

ПК0+00 – ПК20+00 - однослойное асфальтобетонное, толщиной 0,05 – 0,12м, встречено наибольшее развитие пучин, с участками полностью разрушенного покрытия.

ПК20+00 – ПК26+00 - двухслойное – верхний слой из асфальтобетона, полностью разрушенного.

ПК26+00 – ПК44+22 – двухслойное – верхний слой из асфальтобетона, в выбоинах и мелких трещинах, толщиной 0,05 – 0,12м, в выбоинах.

ПК44+22 – ПК55+00 – однослойное асфальтобетонное, толщиной 0,07 – 0,10м, встречено наибольшее развитие пучин, с участками полностью разрушенного покрытия.

2.5 Обустройство дороги

Инженерное обустройство дороги представлено дорожными знаками, установленными на откосах, ограждением и сигнальными столбиками в местах расположения труб и примыканий к дороге.

2.6 Комплексная оценка безопасности движения

Комплексная оценка безопасности движения выполняется в соответствии с учебным пособием «Комплексная оценка безопасности движения и экологической обстановки при проектировании дорог» [4].

2.6.1 Расчет скоростей движения

Для оценки скорости движения при проектировании используем метод А.А. Бельского. Этот метод позволяет анализировать движение по продольному профилю, состоящему из круговых и прямых участков.

Данные для расчета:

- 1) Автомобиль ГАЗ-24 «Волга»;
- 2) Начальная максимальная скорость движения 145км/час;

3) Покрытие щебеночно-песчаное, коэффициент сопротивления качению $f=0,025$.

Расчетная скорость определяется по формуле

$$V = \sqrt{(V_o^2 - L) \cdot e^{-2nx} + L}, \quad (2.6.1.1)$$

где L – параметр автомобиля, определяемый по таблице 1 приложения 1 учебного пособия [12] либо по формуле (2.6.1.2);

V_o - начальная максимальная скорость движения;

e^{-2nx} – числовое значение, определяемое по таблице 3 приложения 1 учебного пособия [12] в зависимости от автомобиля, расчетного расстояния и передачи.

$$L = \frac{1}{b} [a - G(f \mp i_1)], \quad (2.6.1.2)$$

где a и b – параметры, характеризующие тип автомобиля и передачу, на которой осуществляется движение, принимаемый по таблице [12];

G – вес груженого автомобиля, 1915 кг;.

Расчет производится в прямом и обратном направлении трассы и сводится в таблицу 6.

Таблица 6 – Расчет скоростей движения на существующей дороге

№	X, м	Пере- дача	i,‰	L	e^{-2nx}	Формула	Величина V_i		При- меча- ние
							м/с	км/ч	км/ч
В прямом направлении									
1	500	4	0,01	2145,4	0,587	$\sqrt{(40,27^2 - 2145,2) \cdot 0,587 + 2145,2}$	42,87	154	145
На всем протяжении скорость постоянна							42,87	154	145
В обратном направлении									
На всем протяжении скорость постоянна							41,86	150	145

Определяем среднетехническую скорость по дороге по формуле

$$V_{\text{ср.общ.}} = \frac{V_{\text{пр.ср}} + V_{\text{об.ср}}}{2}, \quad (2.6.1.3)$$

где $V_{\text{пр.ср}}$, $V_{\text{об.ср}}$ - соответственно среднетехнические скорости в прямом и обратном направлениях определяются по формуле (2.6.1.4 и 2.6.1.5).

$$V_{\text{пр.ср}} = \frac{\omega_{\text{пр.}}}{L}, \quad (2.6.1.4)$$

$$V_{\text{об.ср}} = \frac{\omega_{\text{об.}}}{L}, \quad (2.6.1.5)$$

где $\omega_{\text{пр.}}$ и $\omega_{\text{об.}}$ – соответственно площади скоростей в прямом и обратном направлении;

L – длина участка.

Далее определяем время одного рейса по формуле

$$t = \frac{L}{V_{\text{ср.общ.}}}, \quad (2.6.1.6)$$

где L – длина трассы, км;

$V_{\text{ср.общ.}}$ – среднетехническая скорость по дороге.

Результаты расчета приведены в графической части на листе № 3, согласно которым делаем вывод, что скорость движения на всем протяжении трассы в прямом и обратном направлениях автомобиля ГАЗ – 24 «Волга» составляет 145 км/ч.

2.6.2 Оценка безопасности движения по графикам коэффициентов аварийности

Для оценки условий движения используют метод сезонных графиков коэффициентов аварийности, позволяющий учитывать сезонные и кратковременные изменения условий движения на дороге и на этой основе разрабатывать и выбирать мероприятия, повышающие безопасность движения для конкретного периода года с учетом местных погодно-климатических факторов.

Коэффициент аварийности представляет собой произведение частных коэффициентов, учитывающий влияние отдельных элементов плана, продольного и поперечного профилей по формуле

$$K_{\text{ав.ит.}} = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot \dots \cdot K_{18}, \quad (2.6.2.1)$$

где K_1, \dots, K_{18} – частные коэффициенты, определяемые отношением количества ДТП на участке дороги при той или иной величине элемента плана или профиля

к количеству ДТП на эталонном горизонтальном прямом участке дороги с проезжей частью 7,5 м с шероховатым покрытием и укрепленными обочинами.

Сезонные графики коэффициентов аварийности строят отдельно для лета, зимы и переходного периода. Расчетные значения параметров дороги в неблагоприятные периоды года, необходимые для определения частных коэффициентов аварийности, вычисляют путем умножения нормативных значений параметров дороги, соответствующих эталону, на поправочные коэффициенты, учитывающие изменение параметров дороги по периодам года.

Анализ коэффициента аварийности на существующей дороге показал: коэффициент аварийности имеет максимальное значение 26,77 в переходный период года. Учитывая состояние земляного полотна и дорожной одежды до реконструкции, проезд по этому участку нельзя считать безопасным. Значения итоговых коэффициентов аварийности превышают 25, следовательно, необходимо разработать проект реконструкции данного участка трассы.

Результаты представлены на соответствующей эпюре листа №3 графической части работы.

2.6.3 Оценка по графикам коэффициентов безопасности

Наиболее безопасной для движения является трасса без резких переломов в плане и профиле, и высокой пропускной способностью. Для оценки плавности продольного профиля и обеспечения безопасности строят эпюры скоростей движения, и используя их, строят графики коэффициентов безопасности.

Коэффициентом безопасности определяют по формуле

$$K_{\text{без.}} = \frac{V_{\text{min}}}{V_{\text{max в}}}, \quad (2.6.3.1)$$

где V_{min} - минимальная скорость движения, обеспечиваемая тем или иным участком дороги;

$V_{max\text{ в}}$ - максимально возможная скорость въезда автомобилей на этот участок.

Соотношение скоростей принимают по эпюре скоростей движения при изменении координат скоростей по длине дороги. Далее по значениям коэффициентов безопасности строят график, на котором выделяют участки по степени опасности, уделяя особое внимание участкам, где $K_{без} < 0,8$. Эпюры скоростей представлены на листе №3 графической части.

Вывод: на всем протяжении трассы коэффициент безопасности больше 0,8, следовательно условия движения практически неопасные.

2.6.4 Оценка по пропускной способности

Пропускной способностью называется максимальное количество автомобилей, которое может пройти по дороге за определенный отрезок времени при определенном режиме движения.

Различают максимальную теоретическую способность, определяемую расчетом по формулам динамической задачи теории движения транспортных потоков для идеализированного колонного движения однотипных автомобилей в благоприятных дорожных условиях, и практически типичную пропускную способность – наибольшее число автомобилей, которое может быть пропущено участком дороги в благоприятных погодных условиях. Для второго случая пропускную способность определяют с использованием опытных коэффициентов, отражающих влияние дорожных условий на изменение пропускной способности по сравнению с горизонтальным прямым участком.

Пропускную способность в разных дорожных условиях рассчитывают по формуле

$$P = \beta \cdot P_{max}, \quad (2.6.4.1)$$

где β – итоговый коэффициент снижения пропускной способности, определяется по формуле (2.6.4.2);

P_{max} – максимальная приведенная к легковому автомобилю пропускная способность, что соответствует двухполосной дороге в обоих направлениях, принимаем равную 2000 авт/час.

$$\beta = \beta_1 \cdot \beta_2 \cdot \beta_3 \cdot \dots \cdot \beta_{15}, \quad (2.6.4.2)$$

где $\beta_1 \dots \beta_{15}$ – частные коэффициенты, учитывающие снижение пропускной способности за счет влияния неблагоприятных условий.

Пропускную способность с учетом фактического состава движения определяют по формуле

$$P_{\phi} = \frac{P}{n_1 \Psi_1 + n_2 \Psi_2 + \dots + n_n \Psi_n}, \quad (2.6.4.3)$$

где P – пропускная способность приведенного состава;

n_i – количество (в долях единиц) транспортных средств различных типов;

Ψ_i – величина коэффициентов приведения.

При расчете пропускной способности учитывают зону влияния каждого элемента дороги, в пределах которой происходит изменение режима движения потоков автомобилей.

По полученным значениям строят график изменения пропускной способности дороги, над которым строят график изменения коэффициента загрузки Z каждого участка, определяемого по формуле

$$Z = \frac{N_{\text{прив}} \cdot 0,1}{P_{\phi}}, \quad (2.6.4.4)$$

где $N_{\text{прив}}$ – приведенная интенсивность движения, авт/час;

P_{ϕ} - пропускная способность с учетом фактического состава движения.

Коэффициенты уровня загрузки $> 0,6$, что является не соответствием нормативным требованиям комплексной оценки безопасности движения [4].

График пропускной способности и уровней загрузки приведены на листе №3 графической части.

2.6.5 Заключение по комплексной оценке безопасности

Оценка скорости движения произведена по методу Бельского и на всем протяжении трассы соответствует максимальной скорости расчетного автомобиля ГАЗ-24 «Волга» равной 145 км/ч.

Результаты оценки итоговых коэффициентов аварийности показали, что проезд по данному участку трассы не является безопасным и требует срочных мер по устранению данной ситуации.

Оценка плавности продольного профиля и обеспечения безопасности показали, что на всем протяжении трассы отсутствуют резкие переломы и это создает условия для безопасного проезда.

Коэффициенты безопасности и уровня загрузки не соответствует нормативным требованиям комплексной оценки безопасности движения [4].

Проанализировав результаты оценки комплексной безопасности движения на существующей дороге, делаем вывод, что не обходимо провести полную реконструкцию данного участка трассы, для устранения всех обнаруженных несоответствий и дефектов, с целью дальнейшего безопасного эксплуатирования трассы.

3 Реконструкция дороги

3.1 Определение категории дороги

Техническая категория проектируемой автомобильной дороги устанавливается согласно СП 34.13330.2012 [1]. Её назначают по расчетной интенсивности движения, измеряемой в приведенных к легковому автомобилю единицах в сутки (прив. ед/сут).

Расчетной интенсивностью является перспективная интенсивность движения, при этом перспективный период равен 20 годам. За начальный год перспективного периода принимается год завершения проекта. Данные об интенсивности получают с помощью экономических изысканий.

Расчет перспективной интенсивности движения проводится по степенной зависимости и определяется по формуле

$$N_{\text{персп}} = N_{\text{пр.исх}} \left(1 + \frac{P}{100}\right)^t, \quad (3.1.3)$$

где $N_{\text{пр.исх}}$ - исходная интенсивность движения, измеряемая в приведенных автомобилях;

P – коэффициент ежегодного прироста;

t - срок службы автомобильной дороги (принимается 20 лет).

Таблица 7 – Расчет исходной интенсивности движения

Вид транспорта	%	N а/с, шт	Kp	Ni прив./сут
Легковые автомобили	52	1527,76	1	1527,76
Автобусы	4	117,52	3	352,56
Грузовые до 2т	9	264,42	1,3	343,75
от 2т до 6т	7	205,66	1,4	287,92
от 6т до 8т	6	176,28	1,6	317,30
от 8т до 14т	15	440,70	1,8	271,35
Автопоезда до 12т	5	146,90	1,8	264,42
от 12т до 20т	2	58,76	2,2	129,27

$\Sigma 3494,33$

$$N_{\text{персп}} = 3494,33 \cdot \left(1 + \frac{5}{100}\right)^{20} = 9271,5 \text{ прив. авт./сут.}$$

Вывод: в соответствии с таблице 1 СП 34.13330.2012 [1] полученное значение соответствует дороге II технической категории и данная автомобильная дорога не справляется с работой и нуждается в реконструкции, а именно в переводе автомобильной дороги III категории в II категорию.

Основные элементы проектируемой дороги в плане, продольном и поперечном профилях назначаются по СП 34.13330.2012 [1] и ГОСТ Р 52399-2005 [3]. Параметры сведены в таблицу 8.

Таблица 8 – Основные технические показатели автомобильной дороги

Наименование показателя	Единица измерения	Величина показателя
1 Категория дороги	-	II
2 Перспективная интенсивность движения	прив.ед/сут.	9271
3 Расчетная скорость движения	км/ч	120
4 Число полос движения	шт	2
5 Ширина полосы движения	м	3,75
6 Ширина проезжей части	м	7,5
7 Ширина обочин	м	3,75
8 Ширина краевой полосы у обочины	м	0,75
9 Ширина укрепленной части обочины	м	0,75
10 Ширина земляного полотна без ограждений	м	15
11 Поперечный уклон проезжей части и краевой полосы в зависимости от дорожно-климатической зоны (при асфальтобетонном покрытии)	‰	20
12 Поперечный уклон обочины за пределами краевой полосы	‰	40
13 Наименьшие радиусы кривых в плане	м	800
14 Наибольший продольный уклон	‰	40
15 Допускаемый наибольший продольный уклон на трудных участках	‰	40
16 Наименьшие радиусы выпуклых кривых в продольном профиле	м	15000

Продолжение Таблицы 8

17 Наименьшие радиусы выпуклых кривых, допускаемые на трудных участках	м	5000
18 Наименьшие радиусы вогнутых кривых продольного профиля	м	5000
19 Расчетные расстояния видимости в продольном профиле: для остановки для встречного автомобиля при обгоне	м	250 450 800

3.2 План трассы

При трассировании учтено условие, а именно, реконструируемая дорога по возможности должна совпадать с направлением оси существующей дороги, таким образом, чтобы минимизировать объемы работ. Тем самым обеспечивается оптимальная экономия.

Проектная ось трассы совпадает с существующей осью дороги. Так как радиусы закругления соответствуют минимально допустимым радиусам для II категории автомобильной дороги по СП 34.13330.2012 [1].

Ведомость углов поворота, прямых и круговых кривых по длине автомобильной дороги приведена в прилагаемых документах на листе №1 графической части.

Всего по длине дороге назначено 7 углов поворота. Принятые радиусы поворота назначены исходя из условия обеспечения видимости в плане. План трассы представлен в графической части на листе №1.

3.3 Продольный профиль

Продольный профиль запроектирован по нормам СП 34.13330.2012 [1], для дорог II категории. Радиусы вертикальных выпуклых кривых – 15000 м, вогнутых кривых – 8000 м приняты в соответствии с СП34.13330.2012 [1].

3.3.1 Обоснование руководящих отметок и контрольных точек

Руководящие отметки необходимы для того, что бы установить оптимальную высоту насыпи, которая обеспечит нормальные условия эксплуатации земляного полотна. Выделяют три типа местности по увлажнению:

- 1) Сухие участки;
- 2) Сырые участки с избыточным увлажнением в отдельные периоды года;
- 3) Мокрые участки, с постоянным избыточным увлажнением.

Руководящая отметка для I типа местности по увлажнению определяется из условия снегозаносимости дороги. Условие снегозаносимости заключается в том, чтобы отметка бровки насыпи должна быть не менее величины определяемой по формуле

$$h_p = h_{\text{сн.}} + \Delta h, \quad (3.3.1.1)$$

где $h_{\text{сн.}}$ - расчетная толщина снежного покрова с обеспеченностью 5%;

Δh - возвышение бровки насыпи над уровнем снежного покрова для II категории дороги = 0,7 метра.

$$h_p = 0,5 + 0,7 = 1,2 \text{ м.}$$

Руководящая отметка для первого типа местности по увлажнению определяется по формуле

$$h_1 = h_p + i_{\text{об.}} \cdot b_2 + i_{\text{поп.}} \cdot \frac{b_1}{2}, \quad (3.3.1.2)$$

где b_1 - ширина покрытия;

b_2 – ширина обочины за вычетом краевой полосы;

$i_{об.}$ – поперечный уклон неукрепленной части обочины, 40‰;

$i_{поп.}$ – поперечный уклон проезжей части и краевой полосы, 20‰.

$$h_1 = 1,2 + 0,040 \cdot 3,75 + 0,020 \cdot \frac{7,5}{2} = 1,42 \text{ м.}$$

Руководящую отметку для II типа местности по увлажнению определяют от верха покрытия дорожной одежды до поверхности земли или до уровня поверхностных вод по формуле

$$h_{II} = h_{1н} + h_{пв} + i_{поп.} \cdot \frac{b_1}{2}, \quad (3.3.1.3)$$

где $h_{пв}$ – толщина слоя воды над поверхностью земли;

$h_{1н}$ – возвышение поверхности дорожного покрытия дорожной одежды над поверхностью земли;

b_1 ширина покрытия = 0,9м;

b_2 – ширина обочины за вычетом краевой полосы;

$i_{об.}$ – поперечный уклон неукрепленной части обочины;

$i_{поп.}$ – поперечный уклон проезжей части и краевой полосы.

Значения $h_{1н}$ принимаются в зависимости от дорожно климатической зоны и грунта рабочего слоя.

$$h_{II} = 0,9 + 0 + 0,020 \cdot \frac{7,5}{2} = 0,975 \text{ м.}$$

Руководящую отметку для III типа местности по увлажнению определяют от верха покрытия дорожной одежды до уровня грунтовых или поверхностных вод, стоящих более 30 суток, по формуле

$$h_{III} = h_{2H} + h_{ГВ} + i_{\text{поп.}} \cdot \frac{b_1}{2}, \quad (3.3.1.4)$$

где h_{2H} – возвышение поверхности покрытия дорожной одежды над уровнем грунтовых вод = 1,1м; $h_{ГВ}$ – расстояние от поверхности земли до уровня грунтовых вод = 0,37м.

$$h_{III} = 1,2 + 1,3 + 0,02 \cdot \frac{7,5}{2} = 2,57 \text{ м.}$$

К контрольным точкам относят начало и конец трассы, отметки проезжих частей мостов и путепроводов. Минимальные отметки насыпи над трубами, отметки головки рельса железных дорог и отметки проезжих частей, существующих дорог на пересечениях в одном уровне. Ведомость контрольных точек и представлена в таблице 9.

Руководящая отметка для труб определяется по формуле

$$H = d + \Delta + \delta + h_{\text{до}}, \quad (3.3.1.5)$$

где d – диаметр трубы;

Δ – толщина засыпки над трубой;

δ – толщина стенки трубы;

$h_{\text{до}}$ – толщина дорожной одежды.

$$H = 1,5 + 0,94 + 0,12 + 0,80 = 3,36 \text{ м.}$$

Таблица 9 – Ведомость контрольных точек

Местоположение		Отметка, м	Вид контрольной точки
ПК	+		
0	00	290,04	НТ
5	00	286,69	Труба
32	00	299,42	Труба
44	66	297,85	АД
55	00	295,16	КТ

3.3.2 Описание проектной линии

Проектная линия продольного профиля запроектирована по оси проезжей части и увязана с проектной линией смежных участков. Элементы продольного профиля приняты в соответствии с требованиями СП 34.13330.2012 [1] из условия обеспечения расчетной скорости и безопасности движения, а также зрительного восприятия. Видимость в плане и продольном профиле обеспечена.

Подробный продольный профиль представлен в графической части на листе № 2.

3.4 Поперечные профили

Конструкция поперечных профилей земляного полотна назначена согласно II категории дороги, с учетом плана и продольного профиля.

Поперечные профили запроектированы в соответствии с требованием СП 34.13330.2012 [1] и ГОСТ Р 52399-2005 [3].

Поперечный профиль проезжей части – двухскатный.

Типы поперечных профилей:

Тип 1 – высота насыпи до 3 м с кюветами с заложением откосов – 1:4;

Тип 1а – высота насыпи до 3 м на косогоре, кювет справа с заложением откосов – 1:4;

Тип 2 – высота насыпи от 3 до 6 м без кюветов с заложением откосов – 1:1,5;

Тип 3 — высота насыпи от 6 до 12 м, с заложением откоса — 1:1,5.

Конструкции поперечных профилей приведена на листе № 5 графической части.

3.5 Дорожный водоотвод

Участок реконструируемой дороги запроектирован на косогорных и пологих участках местности, что требует принятия конструктивных решений по вопросам водоотвода, во избежание размывающего действия ливневых потоков на земляное полотно.

Кюветы запроектированы с обеих сторон на участках ПК0+55 – ПК1+20, ПК38+73 – ПК39+14, ПК54+91 – ПК55+00. На остальных участках кюветы отсутствуют из-за высоты насыпи.

Продольный водоотвод обеспечивается таким продольным уклоном по дну кювета, чтобы беспрепятственно осуществлялся сток воды. Минимальный уклон дна кювета 5‰, а наибольший – 15‰.

Поперечный водоотвод обеспечивается нормативным поперечным уклоном проезжей части – 20‰ и обочины – 40‰, а так же искусственными сооружениями.

Гидравлический расчет проводим по справочнику инженера-дорожника [5]. Вычисляем значение расхода ливневых вод для трех труб по формуле

$$Q_{\text{л}} = 16,7 \cdot a_{\text{ч}} \cdot K_t \cdot \alpha \cdot \varphi \cdot F, \quad (3.5.1)$$

где $a_{\text{ч}}$ — интенсивность ливня часовой продолжительности, мм/мин;

K_t — коэффициент перехода от интенсивности ливня часовой продолжительности к интенсивности ливня расчетной продолжительности;

α — коэффициент потерь стока;

φ — коэффициент редукции;

F – площадь бассейна, км².

$$Q_{л1} = 16,7 \cdot 0,89 \cdot 1,70 \cdot 0,6 \cdot 0,2 \cdot 2,60 = 7,88;$$

$$Q_{л2} = 16,7 \cdot 0,89 \cdot 1,71 \cdot 0,6 \cdot 0,2 \cdot 2,70 = 8,20;$$

По графику определения пропускной способности типовых труб (рисунок 15.14 справочника инженера – дорожника [5]) и по гидравлическим характеристикам типовых круглых труб (таблица 15.10 справочника инженера – дорожника [5]) делаем вывод, что существующие водопропускные трубы диаметром 1,5 м справляются с существующим потоком воды, и так как находятся в хорошем состоянии - не требуют замены.

3.6 Расчет дорожной одежды

3.6.1 Конструирование вариантов покрытия дорожной одежды

Земляное полотно находится в удовлетворительном состоянии, поэтому проектируем только покрытие дорожной одежды

Покрытие – это верхняя часть дорожной одежды, воспринимающая усилия от колес транспортных средств и подвергающаяся непосредственному воздействию атмосферных факторов.

В ВКР разработано два варианта покрытия дорожной одежды. При расчете покрытия руководствуемся ОДН 218.046–01 «Проектирование нежестких дорожных одежд».[4]

Рассчитаем конструкции покрытия дорожной одежды по двум условиям – по допускаемому упругому прогибу, на растяжение при изгибе монолитных слоев.

Исходные данные для расчета:

- 1) Район проектирования – Иркутская область;
- 2) Проектируемое покрытие для дороги II категории;
- 3) Дорожно-климатическая зона – I₂;
- 4) Местность по условиям увлажнения – 1 тип;

Так как II категория дороги, то проектируем дорожную одежду капитального типа – 115 кН.

Для определения расчетной осевой нагрузки необходимо рассчитать перспективную интенсивность движения по формуле

$$N_{\text{пер.}} = N_{\text{исх}} \cdot \left(1 + \frac{p}{100}\right)^t, \quad (3.6.1.1)$$

где $N_{\text{исх}}$ – Исходная интенсивность движения, авт./сут. (принимается по заданию)

p – ежегодный прирост интенсивности, % (принимается по заданию)

t – перспективный период, годы.

$$N_{\text{пер.}} = 2938 \cdot \left(1 + \frac{5}{100}\right)^{20} = 7795,38 \text{ авт./сут}$$

Коэффициенты приведения к расчетной нагрузке приведены в таблице 13[4, табл. П.1.3].

Расчет интенсивности по формуле (3.6.1.2) сведен в таблицу 10.

Таблица 10 – Состав транспортного потока

Транспорта	%	Nm,авт/час	Sm	Np, прив авт./ч
Легковые автомобили	52	1527,76	0,00	0,00
Автобусы	4	316,59	0,7	221,61
Грузовые до 2т	9	712,33	0,005	3,56
от 2т до 6т	7	554,03	0,20	110,81
от 6т до 8т	6	474,89	0,7	332,42
от 8т до 14т	15	1187,22	1,25	1780,83
Автопоезда до 12т	5	359,7394	1,5	593,61
от 12т до 20т	2	158,29	1,5	110,81
				Σ3153,65

Приведенная расчетная интенсивность:

$$N_p = f_{\text{пол}} \cdot \sum_{m=1}^n N_m \cdot S_m, \quad (3.6.1.2)$$

где $f_{\text{пол}}$ – коэффициент, учитывающий число полос движения и распределения движения по ним;

n – общее число марок транспортных средств в составе потока;

N_m – интенсивность на последний год службы;

S_m – суммарный коэффициент для приведения автомобиля к расчетным нормированным нагрузкам.

Общее число полос проезжей части 2, поэтому принимаем $f_{\text{пол}} = 0,55$ для всех полос.

$$N_{\text{прив}} = 0,55 \cdot 3153,65 = 1734,51 \text{ прив. груз./сут.}$$

Суммарное расчетное количество приложений расчетной нагрузки за срок службы

$$\sum N_p = 0,7 \cdot N_{\text{прив}} \cdot \frac{K_c}{q^{(T_{\text{сл}}-1)}} \cdot T_{\text{рдг}} \cdot K_n, \quad (3.6.1.3)$$

где K_c – коэффициент суммирования;

q – приращение интенсивности по годам;

$T_{\text{сл}}$ – заданный срок службы дорожной одежды;

$T_{\text{рдг}}$ – расчетное число рабочих дней в году, $T_{\text{рдг}}=130$ дней [4, рис. П.6.1]

K_n – коэффициент, учитывающий вероятность отклонения суммарного движения от средне ожидаемого, $k_n=1,26$ [4, табл.3.3]

Показатель изменения интенсивности движения данного типа автомобиля по годам определяется по формуле

$$q = 1 + \frac{p}{100}, \quad (3.6.1.4)$$

где p – ежегодный прирост интенсивности движения, %.

$$q = 1 + \frac{5}{100} = 1,05.$$

Коэффициент суммирования определяется по формуле

$$K_c = \frac{q^{T_{\text{сл}}}-1}{q-1}, \quad (3.6.1.5)$$

$$K_c = \frac{1,05^{20}-1}{1,05-1} = 33,06.$$

Таким образом, расчетная осевая нагрузка по формуле (3.6.1.3) составляет

$$N_p = 0,7 \cdot 1734,51 \cdot \frac{33,06}{1,05^{(20-1)}} \cdot 130 \cdot 1,26 = 4239016 \text{ груз.ед./сут.}$$

Конструкция дорожной одежды проходит по требованиям прочности и надежности по величине упругого прогиба, если выполняется условие

$$\frac{E_{\text{общ}}}{E_{\text{тр}}} \geq K_{\text{пр}}^{\text{тр}}, \quad (3.6.5)$$

где $E_{\text{общ}}$ – общие модули упругости на поверхности слоев, МПа;

$E_{\text{тр}}$ – требуемый модуль упругости, МПа, определяется по формуле (3.6.6);

$K_{\text{пр}}^{\text{тр}}$ – требуемый коэффициент прочности дорожной одежды по критерию упругого прогиба, принимаемый в зависимости от требуемого уровня надежности, $K_{\text{пр}}^{\text{тр}} = 1,17$.

$$E_{\text{min, mp}} = 98,65 \cdot [\log(\sum N_p) - c], \quad (3.6.6)$$

где N_p – суммарное расчетное число приложений расчетной нагрузки в точке на поверхности конструкции за срок службы;

c – эмпирический параметр, применяемый для расчетной нагрузки на ось, $c=3,25$.

$$98,65 \cdot [\log(4239016) - 3,25] = 333,16 \text{ МПа.}$$

$E_{\text{тр}} = 200$ МПа по ОДН 218.046-01 «Проектирование нежестких дорожных одежд» [6]. За расчетное значение принимаем $E_{\text{мин}}$, так как $E_{\text{тр}} < E_{\text{мин}}$.

При подборе слоёв конструкции дорожной одежды используем ГОСТ 9128-2013 Смеси асфальтобетонные дорожные, аэродромные и асфальтобетон [7], ГОСТ 8736-2014 Песок для строительных работ [8] и ГОСТ 8267-93 Щебень и гравий из плотных горных пород для строительных работ [9].

Расчет двух вариантов дорожной одежды по четырем критериям прочности производится в программе IndorPavement 9.1 и приведен в приложении А

Конструкция дорожной одежды приведена в графической части на листе №5.

3.6.2 Экономическое сравнение вариантов дорожной одежды

Экономическое сравнение вариантов дорожной одежды производится с помощью расчета локальных смет и определения сметной стоимости строительства.

Расчет ведется с использованием следующих документов: «Методические указания по определению стоимости строительной продукции на территории Российской Федерации» (с Изменениями от 16. 2014) [5], Сборник № 27 «Автомобильные дороги» (ТЕР 81-02-27-2001) [6], а также «Территориальный сборник сметных норм и расценок на эксплуатацию строительных машин и автотранспортных средств для II зоны Красноярского края (г.Ачинск) (ТСЦ 81-01-2001) [7].

Расчет сметной стоимости дорожных одежд производится в программе Гранд-Смета v.5.1. в ценах 2001 года.

Вывод: сравнив капитальные стоимости двух вариантов дорожной одежды, делаем вывод, что экономичнее будет применение конструкции дорожной одежды первого варианта.

3.7 Искусственные сооружения

Существующие трубы располагаются согласно рельефу местности в пониженных местах. Они пропускают максимальный паводок расчетной вероятности превышения 2% и удовлетворяют основным техническим требованиям, предъявляемым к проектируемому сооружению.

Следовательно после изменений проведенных в продольном и поперечном профилях необходимо произвести удлинение и уменьшение водопропускных труб. Ведомость искусственных сооружений представлена в таблице 11.

Таблица 11 – Ведомость искусственных сооружений

№	ПК +	Наименование водотока	Тип и отверстие сооружения	Угол поворота к оси дороги,	Полная длина
1	5+00	лог	Круглая сборная ж/б d=1,5 м	90	30,63
2	32+00	лог	Круглая сборная ж/б d=1,5 м	90	25,81

Удлинение двух существующих железобетонных труб отверстием 1,5 м, выполнено в связи с поднятием земляного полотна при проектировании продольного профиля по параметрам II технической категории и принятой рабочей отметкой.

Существующие трубы с расходом воды справляются. Режим работы труб – безнапорный.

3.8 Комплексная оценка безопасности движения на дороге после реконструкции

Комплексная оценка безопасности движения производится аналогично описанию в главе 2 пункт 2.6.

После проведения реконструкции автомобильной дороги результаты комплексной оценки составили:

1. Скорость движения на всем протяжении трассы в прямом и обратном направлениях составляет автомобиля ГАЗ – 24 «Волга» 145 км/ч;

2. Коэффициент безопасности движения на все участке равен 1,0;

3. Уровень загрузки на ПК0+00 – ПК5+00, ПК14+00 – ПК17+00 составляет 0,301. На ПК5+00 – ПК10+00, ПК38+00 – ПК44+00, ПК46+00 – ПК53+00 составляет 0,307. На ПК10+00 – ПК12+00, ПК44+00 – ПК45+00, ПК54+00 – ПК55+00 составляет 0,298. На ПК12+00 – ПК14+00, ПК17+00 – ПК19+00, ПК45+00 – ПК46+00, ПК53+00 – ПК54+00 составляет 0,304. На ПК19+00 – ПК38+00 составляет 0,304.

4. Пропускная способность на ПК0+00 – ПК5+00, ПК14+00 – ПК17+00 составляет 1368. На ПК5+00 – ПК10+00, ПК38+00 – ПК44+00, ПК46+00 – ПК53+00 составляет 1340. На ПК10+00 – ПК12+00, ПК44+00 – ПК45+00, ПК54+00 – ПК55+00 составляет 1382. На ПК12+00 – ПК14+00, ПК17+00 – ПК19+00, ПК45+00 – ПК46+00, ПК53+00 – ПК54+00 составляет 1356. На ПК19+00 – ПК38+00 составляет 1312.

5. Коэффициент аварийности на ПК00+00 – ПК2+00, ПК10+00 – ПК12+00, ПК14+00 – ПК17+00, ПК19+00 – ПК21+00, ПК32+00 – ПК38+00, ПК49+00 – ПК50+00 составляет летом – 1,09, в переходный период – 1,21, зимой – 0,51. На ПК4+00 – ПК5+00, ПК17+00 – ПК19+00, ПК31+00 – ПК32+00, ПК54+00 – ПК55+00 составляет летом – 1,31, в переходный период – 1,45, зимой – 0,61. На ПК5+00 – ПК10+00, ПК12+00 – ПК14+00, ПК38+00 – ПК43+00 составляет летом – 1,41, в переходный период – 1,56, зимой – 0,66. На ПК21+00 – ПК22+00 составляет летом – 1,09, в переходный период – 1,21, зимой – 0,51. На ПК22+00 – ПК23+00, ПК30+00 – ПК31+00 составляет летом – 2,18, в переходный период – 2,41, зимой – 1,02. На ПК23+00 – ПК25+00, ПК27+00 – ПК28+00, ПК47+00 – ПК49+00, ПК50+00 – ПК53+00 составляет летом – 2,40, в переходный период – 2,65, зимой – 1,19. На ПК25+00 – ПК27+00, ПК28+00 – ПК30+00, ПК46+00 – ПК47+00 составляет летом – 2,28, в переходный период –

2,53, зимой – 1,07. На ПК43+00 – ПК44+00 составляет летом – 0,49, в переходный период – 0,55, зимой – 0,23. На ПК44+00 – ПК45+00 составляет летом – 0,38, в переходный период – 0,42, зимой – 0,18. На ПК53+00 – ПК54+00 составляет летом – 2,53, в переходный период – 2,82, зимой – 1,19.

Вывод: результаты комплексной оценки безопасности движения на участке трассы после реконструкции находятся в пределах нормативных значений, следовательно дорога обеспечивает безопасное движение.

Результаты оценки приведены в графической части на листе № 3.

3.9 Подсчет объема земляных работ

При проектировании автомобильных дорог определяют объемы насыпей и выемок, резервов и кавальеров, кюветов, котлованов и других земляных работ. Объемы земляных работ необходимо знать для сравнения вариантов дорог, для проектирования продольного профиля, составления проекта организации работ.

При определении объема земляных работ используют формулу Винклера. По этой формуле объем призматоида определяют через среднеарифметическое площадей сечений в начале и в конце участка по формуле

$$V = \left(\frac{F_i + F_{i-1}}{2} - \frac{m_i \cdot (h_i - h_{i-1})^2}{16} \right) \cdot L_i, \quad (3.9.1)$$

где F_{i-1} , F_i , F_{cp} – площади поперечных сечений в начале, конце и середине участка;

L_i – расстояние между сечениями земляного полотна i и $i-1$;

h_i , h_{i-1} – рабочие отметки в i и $i-1$ сечениях, соответственно;

m_i – заложение откоса.

При подсчете объемов земляных работ учитываются следующие поправки:

- 1) Поправка на косогорность, при поперечном уклоне более 100%;
- 2) Поправка на разность рабочих отметок;
- 3) Поправка на устройство дорожной одежды;
- 4) Поправка на разность ширины земляного полотна;
- 5) Поправка на снятие растительного слоя грунта;
- 6) Поправка на искусственное уплотнение грунта в насыпях.

Таким образом, объемы земляных работ составили: 399893 м³;

Объемы земляных работ подсчитываются с помощью ЭВМ. Расчет представлен в приложении В. График распределения земляных масс приведен в графической части на листе № 4.

3.10 Полоса отвода автомобильной дороги

Полоса отвода автомобильной дороги – земельные участки (независимо от категории земель), которые предназначены для размещения конструктивных элементов автомобильной дороги, дорожных сооружений и на которых располагаются или могут располагаться объекты дорожного сервиса.

Положение границ полосы отвода автомобильной дороги в нормах отвода установлено в зависимости от:

- Категории автомобильной дороги;
- Количества полос движения;
- Высоты насыпей или глубины выемок;
- Наличия боковых резервов;
- Крутизны откосов земляного полотна;
- Требований обеспечения безопасности движения и боковой видимости.

Ширину земельных участков, предназначенных для обеспечения необходимых условий производства работ по содержанию автомобильных дорог в пределах полосы отвода, принимаем не менее 3 м с каждой стороны дороги.

В соответствии с постановлением правительства от 2.09.2009 №717 «О нормах отвода земель для размещения автомобильных дорог и (или) объектов дорожного сервиса» [10], определяем ширину полосы отвода для каждого участка автомобильной дороги. Постоянный отвод земель назначаем с учетом видимости.

Полоса отвода приведена в графической части на листе № 4.

4 Обустройство дороги

Обстановка дороги включает в себя работы по установке сигнальных железобетонных столбиков, металлического барьерного ограждения, дорожных знаков и нанесение разметки. Все работы выполняются специализированными подразделениями.

Километровые знаки ставятся с одной стороны трассы, через каждый километр существующего километража. Сигнальные столбики расставляют с обеих сторон трассы через каждые 50 м. Барьерные ограждения устанавливают в тех местах, где высота насыпи составляет более 3 м и на трубах.

Дорожные сигнальные столбики по техническим параметрам и способам размещения на автомобильных дорогах должны соответствовать требованиям ГОСТ Р 50970-2011 Технические средства организации дорожного движения [11] и ГОСТ Р 52289-2004 Правила применения дорожных знаков, разметки, светофоров, дорожных ограждений и направляющих устройств [12].

Конструкция дорожных ограждений должна соответствовать требованиям ГОСТ Р 52607-2006 Технические средства организации дорожного движе-

ния [13]. Установка ограждений на автомобильных дорогах должна быть выполнена по ГОСТ Р 52289-2004 Правила применения дорожных знаков, разметки, светофоров, дорожных ограждений и направляющих устройств [12].

Разметку наносят с помощью маркировочной машины по оси проезжей части, для разделения полос движения, и по кромке проезжей части, для обозначения укрепительной полосы. По техническим параметрам дорожная разметка должна соответствовать требованиям ГОСТ Р 51256-2011 Технические средства организации дорожного движения, разметка дорожная [14]. Нанесение дорожной разметки на покрытие и элементы дорожных сооружений осуществляют в соответствии с ГОСТ Р 52289-2004 Правила применения дорожных знаков, разметки, светофоров, дорожных ограждений и направляющих устройств [12].

Ведомость дорожных знаков приведена в таблице 12.

Таблица 12 – Ведомость дорожных знаков

Номер и название	Количество шт.
6.3 – Километровый знак	5
2.4 – Уступы дорогу	4
5.8.5 – Конец полосы	3
5.8.3 – Начало полосы	3
4.2.3 – Объезд препятствия	2
8.22.1 – Препятствие	2
3.2.4 – Ограничение скорости	4
3.18.2 – Поворот на лево запрещен	3
3.13 – Ограничение по высоте	2
1.34.1 – Направление поворота	12
6.9.1 – Предварительный указатель направлений	4

Схема 1 – примыкание по типу «трубы»

$M=1 \cdot 3 + 3 \cdot 3 = 12$ степень опасности примыкания по типу труба

2) Листовидный тип примыкания (схема 2)

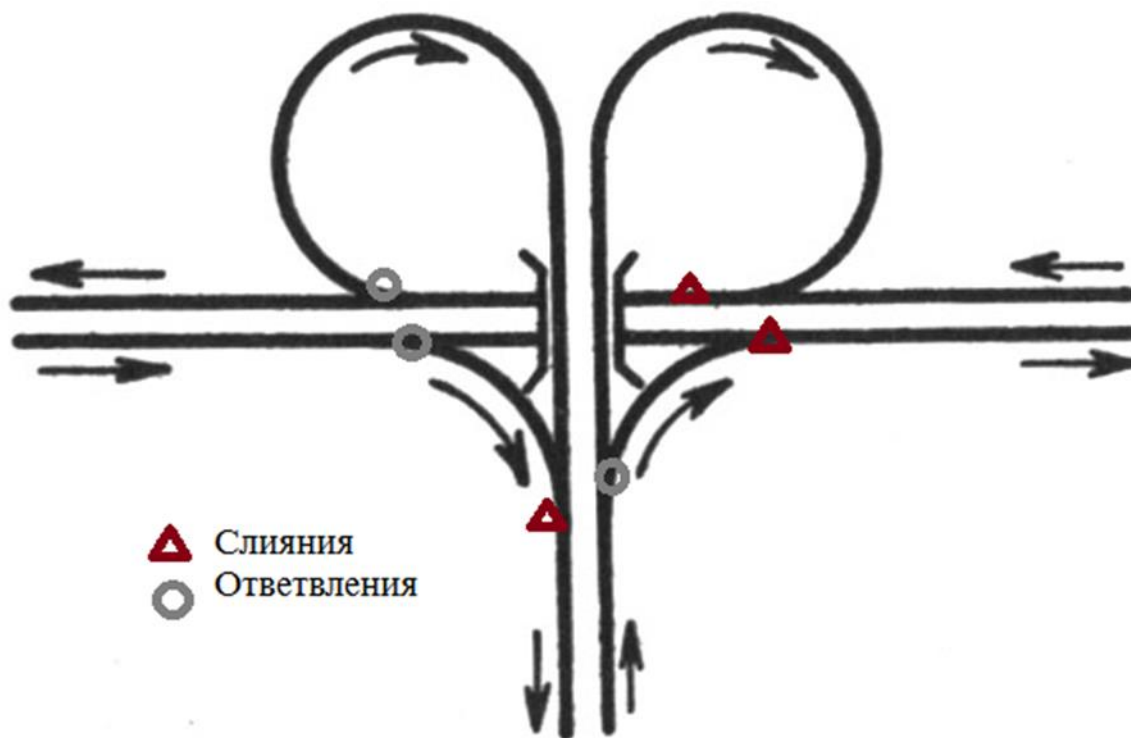


Схема 2 – Листовидный тип примыкания

$M=1 \cdot 3 + 3 \cdot 3 = 12$ степень опасности примыкания по листовидному типу

На 1 схеме видно, что в «трубе» потоки машин встречаются и движутся друг другу навстречу, так что листовидный вариант считаем более безопасным.

5.2 Проектирование примыкания листовидного типа

Расчетную скорость на подходах к узлу принимают в соответствии с категорией проходящих дорог. Расчетную скорость на узле принимают на правоповоротных съездах 80км/ч для дорог I и II категорий и 60км/ч – III категории;

на левоповоротных съездах 50км/ч для дорог I и II категории и 40км/ч для III категории.

Величину геометрических элементов принимают в соответствии с требованиями СП 34.13330.2012 и ГОСТ 52398-2005.

Переходно-скоростные полосы служат для торможения и разгона. Они позволяют увеличить пропускную способность, устранить помехи прямому движению, улучшить организацию, повысить безопасность, удобство и уменьшить время движения.

Длину скоростного пути с учётом разгона и торможения для левоповоротных съездов для проектируемой и пересекаемой дороги определяют по формулам:

$$S_p = \frac{v_1^2 - v_2^2}{254a_{cp}}; \quad (5.2.1)$$

$$S_{p(1)} = \frac{150^2 - 50^2}{254 \cdot 0,6} = 131,23 м$$

$$S_{p(2)} = \frac{100^2 - 50^2}{254 \cdot 0,6} = 49,21 м$$

$$S_m = \frac{v_1^2 - v_2^2}{254\varphi}; \quad (5.2.2)$$

$$S_{m(1)} = \frac{150^2 - 50^2}{254 \cdot 0,5} = 157,48 м$$

$$S_{m(2)} = \frac{100^2 - 50^2}{254 \cdot 0,5} = 59,05 м$$

Принимаем значения Р и t по таблицам Митина в первом случае они будут равны 1,17 и 18,02 соответственно, во втором 2,03 и 19,19 соответственно. Рассчитываем левые повороты по формулам

$$R = OK = R + P; \quad (5.2.3)$$

$$R_1 = OK = 50 + 1,17 = 51,17_{\mathcal{M}}$$

$$R_{1(2)} = OK_{(2)} = 50 + 2,03 = 52,03_{\mathcal{M}}$$

$$AO = \frac{OK}{\sin(\frac{\alpha}{2})}; \quad (5.2.4)$$

$$AO = \frac{51,17}{\sin 30} = 102,34_{\mathcal{M}}$$

$$AO_{(2)} = \frac{OK}{\sin(\frac{\alpha}{2})} = \frac{52,03}{\sin 60} = 60,5_{\mathcal{M}}$$

$$AG = AO + R; \quad (5.2.5)$$

$$AG = 102,34 + 51,17 = 153,51_{\mathcal{M}}$$

$$AG_{(2)} = 60,5 + 52,03 = 112,53_{\mathcal{M}}$$

$$AK = OK \cdot \left(tg 90 - \frac{\alpha}{2} \right); \quad (5.2.6)$$

$$AK = 51,17 \cdot (tg 60) = 88,52_{\mathcal{M}}$$

$$AK_{(2)} = 52,03 \cdot (tg 30) = 29,66_{\mathcal{M}}$$

$$AB = AK - t; \quad (5.2.7)$$

$$AB = 88,52 - 18,02 = 70,5_{\mathcal{M}}$$

$$AB_{(2)} = 29,66 - 19,19 = 10,47_{\mathcal{M}}$$

$$L = \frac{v^3}{47JR}; \quad (5.2.8)$$

$$L = \frac{50^3}{47 \cdot 0.5 \cdot 50} = 106.38_m$$

$$\beta = \frac{L}{2R}; \quad (5.2.9)$$

$$\beta = \frac{106,38}{2 \cdot 51,17} = 1,03^\circ$$

$$\beta_2 = \frac{106,38}{2 \cdot 52,03} = 1,02^\circ$$

$$\alpha_0 = 360 - \alpha - 2\beta; \quad (5.2.10)$$

$$\alpha_0 = 360 - 60 - 2,06 = 297,94^\circ$$

$$\alpha_{0(2)} = 360 - 120 - 2,04 = 237,96^\circ$$

$$\gamma = 360 - \alpha ; \quad (5.2.11)$$

$$\gamma = 360 - 120 = 240^\circ$$

$$\gamma_{(2)} = 360 - 60 = 300^\circ$$

$$\gamma_0 = \gamma - 2\beta; \quad (5.2.12)$$

$$\gamma_0 = 240 - 2,06 = 237,94^\circ$$

$$\gamma_{0(2)} = 360 - 2,04 = 297,96^\circ$$

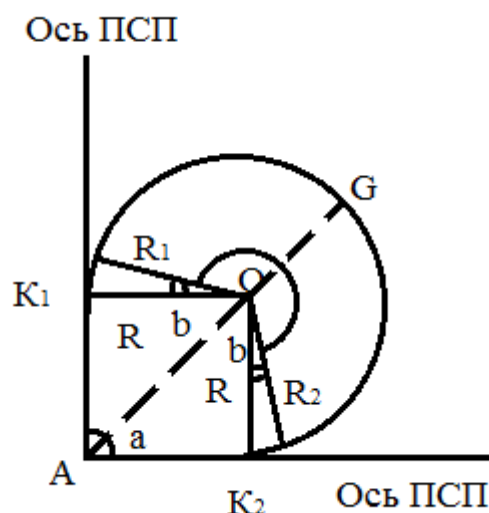


Схема 2 – Построение левоповоротных съездов

Запроектированное примыкание листовидного типа представлено в графической части на листе №6.

6 Соображения по организации реконструкции

Принимаем все основные показатели по организации реконструкции в соответствии с типовыми технологическими картами на устройство земляного полотна и дорожной одежды [17]. Все виды работ выполняются специальными машинно – дорожными отрядами. Для каждого вида работ в операционных технических картах принята соответствующая ведущая машина:

МДО №1 – подготовительные работы;

МДО №2 – удлинение водопропускных труб, ведущая машина – подъемный кран;

МДО №3 – возведение земляного полотна, ведущая машина – экскаватор;

МДО №4 – устройство песчаного слоя основания дорожной одежды, ведущая машина – распределитель;

МДО №5 – устройство щебеночного слоя основания дорожной одежды, ведущая машина – распределитель;

МДО №6 – устройство двухслойного покрытия дорожной одежды из асфальтобетонной смеси, ведущая машина – асфальтоукладчик;

МДО №7 – обустройство дороги.

Срок реконструкции принят в 1 год. При обосновании срока строительства учитываем климатические показатели района строительства.

Данные рекомендации приведены в графической части на листе №7

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной выпускной квалификационной работе был рассмотрен проект реконструкции участка автомобильной дороги в Иркутской области. Для этого был произведен анализ существующей дороги, по результатам которого была выявлена непригодность существующей конструкции для дальнейшего эксплуатации.

В настоящей работе были усовершенствованы транспортно-эксплуатационные показатели посредством реконструкции участка автомобильной дороги. В частности, повышены геометрические элементы, изменена проектная линия, так же было запроектировано примыкание листовидного типа для увеличения безопасности.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 СП 34.13330.2012 Актуализированная редакция СНиП 2.05.02-85* Автомобильные дороги: Минрегион России М.: Москва 2012. – 52с.
- 2 СП 131.13330.2012 Актуализированная редакция СНиП 23-01-99* Строительная климатология: Минрегион России М.: Москва 2012.108с.
- 3 ГОСТ Р 52399-2005. Геометрические элементы автомобильных дорог. – Москва: Стандартинформ, 2006. – 8 с.
- 4 Жуков В. И. Комплексная оценка безопасности движения и экологической обстановки при проектировании дорог: учебное пособие/КрасГАСА. – Красноярск, 2002. – 56 с.
- 5 Проектирование автомобильных дорог: справочник инженера – дорожника/ под ред. Г. А. Федотова – Москва: Транспорт, 1989. – 437 с.
- 6 ОДН 218.046-01 Отраслевые дорожные нормы проектирования нежестких дорожных одежд. – ФГУП «СОЮЗДОРНИИ», МАДИ (ТУ), ГП «РОСДОРНИИ», 2001.01-01. – 93 с.
- 7 ГОСТ 9128-2013 Смеси асфальтобетонные дорожные, аэродромные и асфальтобетон. Технические условия. – Введ. с 01.01.2011– М.: Изд-во стандартов, 2010.
- 8 ГОСТ 8736-2014 Песок для строительных работ. Технические условия. – Введ. с 01.04.2015 – Москва: Стандартинформ, 2014.
- 9 В. А. Гохман, В. М. Визгалов, М. П. Поляков; Пересечения и примыкания автомобильных дорог М, В. Ш., 1989г.
- 10 Е. Н. Дубровин, Ю. С. Ланцберг; Пересечения в разных уровнях на городских улицах М. В. Ш., 1977г.
- 11 В. И. Жуков; Проектирование узлов автомобильных дорог Крас-к, 2001г.

12 ГОСТ 8267-93 Щебень и гравий из плотных горных пород для строительных работ. Технические условия. – Введ. с 01.01.95 – Москва: Стандартинформ, 2009.

13 О нормах отвода земель для размещения автомобильных дорог и (или) объектов дорожного сервиса [Электронный ресурс]: постановление правительства РФ от 2 сентября 2009г. № 717. Доступ из справ.- правовой сист. «КонсультантПлюс».

14 ГОСТ Р 50970-2011 Технические средства организации дорожного движения. Столбики сигнальные дорожные. Общие технические требования. Правила применения. – Введ. с 31.08.2011 – Москва: Стандартинформ, 2011. – 16 с.

15 ГОСТ Р 52289-2004 Правила применения дорожных знаков, разметки, светофоров, дорожных ограждений и направляющих устройств. – Введ. с 15.12.2004 – Москва: Стандартинформ, 2005.

16 ГОСТ 52607-2006 Технические средства организации дорожного движения. Ограждения дорожные удерживающие боковые для автомобилей. Общие технические требования. – Введ. с 01.01.2008. – Москва: Стандартинформ, 2007. – 12 с.

17 ГОСТ 51256 – 2011 Технические средства организации дорожного движения. Разметка дорожная. Классификация. Технические требования. – Введ. с 01.09.2012. – Москва: Стандартинформ, 2012. – 28 с.

18 ГОСТ Р 52748-2007 Нормативные нагрузки, расчетные схемы и габариты приближения. – Введ. 24.09.2007. – Москва: Стандартинформ, 2008.

19 Жуков В.И. Проектирование автомобильных дорог в сложных условиях: Конспект лекций – Красноярск: ИАС, 2007. – 95 с.

20 Типовые технологические карты на устройство земляного полотна и дорожной одежды: распоряжение Минтранса России от 23.05.2003 г. № ОС-468-р/ РОСАВТОДОР – Москва, 2004.

21 ГОСТ Р 52398-2005. Классификация автомобильных дорог. Основные параметры и требования. – Введ. 01.05.2006. –Москва: Стандартинформ, 2006. – 3 с.

22 Система менеджмента качества. Общие требования к построению, изложению и оформлению документов учебной и научной деятельности. СТО 4.2-07-2014/ Сиб. Федер. ун-т. – Красноярск, 2014. – 59 с.

23 Жуков В.И., Гавриленко Т.В. Проектирование автомобильных дорог. Основы : учебное пособие. – Красноярск: Сиб. Федер. Ун-тб 2014-144с.

24 ГОСТ Р 52766-2007 Дороги автомобильные общего пользования. Элементы обустройства. Общие требования - Москва: Стандартинформ, 2008.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Локальная смета № 1

на устройство дорожной одежды участка автомобильной дороги II категории протяжённостью 5.5 км

Сметная стоимость, тыс.руб.	23478,2
Нормативная трудоемкость, тыс.чел.-ч	1
Сметная ЗП, тыс.руб.	28,56
	526,33

Составлена в ценах 2001 г.
(руб.)

№ п/ п	Обос- нова- ние	Наименование	Ед. изм .	Коли- чество	Стоимость единицы, руб.				Общая стоимость, руб.				Трудо- ём- кость строи- телей, ед, чел.-ч	Трудо- ем- кость строи- телей, всего, ед.чел. -ч	Трудо- ем- кость маши- ни- стов, ед, чел.-ч	Трудо- емкость машини- стов, всего, чел.-ч
					ПЗ	Зс	ЭММ О	в т.ч. Зм	ПЗ	Зс	ЭММО	в т.ч. Зм				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	ТЕР27-06-020-01	Устройство верхнего слоя покрытия толщиной 4 (7) см из горячих асфальтобетонных смесей высокоплотных мелкозернистых типа АБВ, плотность каменных материалов 2,5-2,9 т/м³	100 0 м²	46,75	48622,38	423,98	3005,99	289,06	2273096,27	19821,07	140530,03	13513,56	38,30	1790,53	19,66	918,92

2	ТЕР27-06-021-01	На каждые 0,5 см изменения толщины слоя добавлять или исключать к расценке 27-06-020-01	1000 м ²	280,5	5251,99	1,00	5,74		1473183,20	280,50	1610,07		0,09	25,25		
3	ТЕР27-06-020-03	Устройство нижнего слоя покрытия толщиной 4 (7) см из горячих асфальтобетонных смесей плотных крупнозернистых типа АБВ, плотность каменных материалов 2,5-2,9 т/м ³	1000 м ²	46,75	45193,76	423,98	3015,10	288,92	2112808,28	19821,07	140955,93	13507,01	38,30	1790,53	19,65	918,48
4	ТЕР27-06-021-03	На каждые 0,5 см изменения толщины слоя добавлять или исключать к расценке 27-06-020-03	1000 м ²	280,5	5208,34	1,00	5,42		1460939,37	280,50	1520,31		0,09	25,25		
5	ТЕР27-06-018-03	Устройство основания из черного щебня толщиной 6 (8) см с плотностью каменных материалов 2,5-2,9 т/м ³	1000 м ²	62,333	43095,94	483,96	2982,95	252,60	2686313,59	30166,84	185937,22	15745,40	45,83	2856,74	17,18	1070,69
6	ТЕР27-04-007-02	Устройство оснований толщиной 15 (20) см из щебня фракции 40-70 мм при укатке каменных материалов с	1000 м ²	82,5	34564,46	343,96	5167,42	543,07	2851567,95	28376,70	426312,15	44803,28	36,63	3021,98	36,93	3046,62

		пределом прочности на сжатие до 68,6 МПа (700 кгс/см ²) верхнего слоя двух-слойных														
7	ТЕР27-04-007-04	На каждый 1 см изменения толщины слоя добавлять или исключать к расценке 27-04-007-02	100 м ²	412,5	1938,64		297,87	33,16	799689,00		122871,38	13678,50			2,25	930,14
6	ТЕР27-04-001-01	Устройство подстилающих и выравнивающих слоев оснований из песка толщиной 38 см	100 м ³	313,5	3235,35	144,94	2712,31	195,6	1014282,23	45438,69	850309,19	61311,20	15,72	4928,22	13,30	4169,16
7	ТСЦ-408-0121	Песок природный для строительных работ крупный	м ³	34485	216,3				7459105,50							
		Итого							22130985,38	144185,36	1870046,26	162558,94		14438,47		11054,01
		Поправка к заработной плате							184046,58	86511,22		97535,36				
		Итого ПЗ+поправка							22315031,96	230696,58	1967581,63	260094,30				
	МДС81-33-2004 прил.4 п.21	Накладные расходы, 142 %							696923,04							
		Сметная ЗП рабочих, выполняющих работы, учитывающиеся НР								35543,07						

		Нормативная трудоёмкость рабочих, учитывающая НР														3066,46
		Себестоимость СМР							23011954,99							
	МДС8 1-25-2001 прил.3 п.21	Сметная прибыль, 95 %							466251,33							
		Сметная стоимость							23478206,32							
		Нормативная трудоёмкость по смете														28558,94
		ЗП по смете всего								526333,95						

Окончание приложения А

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Локальная смета № 2

на устройство дорожной одежды участка автомобильной дороги II категории протяжённостью 5.5 км

Сметная стоимость, тыс.руб. 24466,5

Нормативная трудоемкость, тыс.чел.-ч 31,27

Сметная ЗП, тыс.руб. 579,34

Составлена в ценах 2001 г.
(руб.)

№ п/ п	Обос- нова- ние	Наименование	Ед. изм .	Коли- чество	Стоимость единицы, руб.				Общая стоимость, руб.				Трудо- ём- кость строи- телей, ед, чел.-ч	Трудо- ем- кость строи- телей, всего, ед.чел. -ч	Трудо- ем- кость маши- ни- стов, ед, чел.-ч	Трудо- емкость машини- стов, всего, чел.-ч
					ПЗ	Зс	ЭММ О	в т.ч. Зм	ПЗ	Зс	ЭММО	в т.ч. Зм				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	ТЕР27 -06- 020-08	Устройство верх- него слоя покры- тия толщиной 4 (7) см из горячих асфальтобетон- ных смесей по- ристых мелко- зернистых типа АБВ, плотность каменных мате- риалов 2,5-2,9 т/м ³	100 0 м ²	46,75	44395, 84	423, 98	3023, 87	289, 22	2075505, 52	19821,0 7	141365,9 2	13521,0 4	38,30	1790,5 3	19,67	919,43

2	ТЕР27-06-021-08	На каждые 0,5 см изменения толщины слоя добавлять или исключать к расценке 27-06-020-08	1000 м ²	280,5	5072,91	1,00			1422951,26	280,50			0,09	25,25		
3	ТЕР27-06-020-10	Устройство нижнего слоя покрытия толщиной 4 (8) см из горячих асфальтобетонных смесей высокопористых крупнозернистых типа АБВ, плотность каменных материалов 2,5-2,9 т/м ³	1000 м ²	46,75	43399,14	423,98	3023,70	289,22	2028909,80	19821,07	141357,98	13521,04	38,30	1790,53	19,67	919,43
4	ТЕР27-06-021-10	На каждые 0,5 см изменения толщины слоя добавлять или исключать к расценке 27-06-020-10	1000 м ²	374	4942,91	1,00			1848648,34	374,00			0,09	33,66		
5	ТЕР27-06-018-03	Устройство основания из черного щебня толщиной 6 (10) см с плотностью каменных материалов 2,5-2,9 т/м ³	1000 м ²	77,91667	43095,94	483,96	2982,95	252,60	3357891,99	37708,55	232421,52	19681,75	45,83	3570,92	17,18	1338,36

6	ТЕР27-04-007-02	Устройство оснований толщиной 15 (25) см из щебня фракции 40-70 мм при укатке каменных материалов с пределом прочности на сжатие до 68,6 МПа (700 кгс/см ²) верхнего слоя двухслойных	1000 м ²	82,5	34564,46	343,96	5167,42	543,07	2851567,95	28376,70	426312,15	44803,28	36,63	3021,98	36,93	3046,62
7	ТЕР27-04-007-04	На каждый 1 см изменения толщины слоя добавлять или исключать к расценке 27-04-007-02	1000 м ²	825	1938,64		297,87	33,16	1599378,00		245742,75	27357,00			2,25	1860,28
6	ТЕР27-04-001-01	Устройство подстилающих и выравнивающих слоев оснований из песка толщиной 40 см	100 м ³	330	3235,35	144,94	2712,31	195,6	1067665,50	47830,20	895062,30	64538,10	15,72	5187,60	13,30	4388,59
7	ТСЦ-408-0122	Песок природный для строительных работ средней крупности	м ³	36300	185,43				6731109,00							
		Итого							22983627,35	154212,08	2082262,62	183422,20		15420,45		12472,71
		Поправка к заработной плате							202580,57	92527,25		110053,32				
		Итого ПЗ+поправка							23186207,92	246739,33	2192315,94	293475,51				

	МДС8 1-33- 2004 прил.4 п.21	Накладные рас- ходы, 142 %							767105,0 7							
		Сметная ЗП ра- бочих, выполня- ющих работы, учитывающиеся НР								39122,3 6						
		Нормативная трудоемкость ра- бочих, учитыва- ющая НР														3375,26
		Себестоимость СМР							23953312 ,99							
	МДС8 1-25- 2001 прил.3 п.21	Сметная при- быль, 95 %							513204,1 0							
		Сметная стои- мость							24466517 ,09							
		Нормативная трудоемкость по смете														31268,42
		ЗП по смете всего								579337, 20						

Окончание приложения Б

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Объемы земляных работ

Таблица В.1 – Расчет объемов земляных работ

Вводимые данные					Параметры кювета		Площадь поперечного сечения, м ²		Площадь среднего сечения, м ²	Профильные объемы, м ³		Поправки, м ³		Объемы работ, м ³	
ПК	L, м	h, м	t	Ширина заюветной полки выемки или бермы насыпи, м	ширина по верху, м	площадь, м ²	насыпи	выемки		насыпь	выемка	на снятие растительного слоя	на устройство дорожной одежды	насыпь с учетом к-та уплотнения	выемка
0+00	0	2,2	4	0	0,00	0,00	52,36	0,00	0	0	0	0	0	0	0
1+00	100	1,84	4	4	0,00	0,00	41,14	0,00	46,75	4666	0	536	-540	4757	0
2+00	100	2,63	4	0	0,00	0,00	67,12	0,00	54,13	5371	0	587	-540	5529	0
3+00	100	2,57	4	0	0,00	0,00	64,97	0,00	66,04	6604	0	675	-540	6877	0
4+00	100	2,69	4	0	0,00	0,00	69,29	0,00	67,13	6712	0	682	-540	6994	0
5+00	100	2,91	4	0	0,00	0,00	77,52	0,00	73,41	7338	0	723	-540	7674	0
6+00	100	2,91	4	0	0,00	0,00	77,52	0,00	77,52	7752	0	749	-540	8124	0
7+00	100	3,32	1,5	0	0,00	0,00	66,33	0,00	71,93	7189	0	309	-540	7099	0
8+00	100	3,43	1,5	0	0,00	0,00	69,10	0,00	67,72	6771	0	332	-540	6697	0
9+00	100	3,73	1,5	0	0,00	0,00	76,82	0,00	72,96	7294	0	351	-540	7249	0

10+00	100	4,03	1,5	0	0,00	0,00	84,81	0,00	80,82	8079	0	378	-540	8079	0
11+00	100	3,59	1,5	0	0,00	0,00	73,18	0,00	79,00	7895	0	371	-540	7884	0
12+00	100	3,41	1,5	0	0,00	0,00	68,59	0,00	70,89	7088	0	344	-540	7032	0
13+00	100	2,65	4	0	0,00	0,00	67,84	0,00	68,22	6783	0	778	-540	7165	0
14+00	100	2,35	4	0	0,00	0,00	57,34	0,00	62,59	6253	0	651	-540	6494	0
15+00	100	2,43	4	0	0,00	0,00	60,07	0,00	58,70	5870	0	625	-540	6076	0
16+00	100	2,31	4	0	0,00	0,00	55,99	0,00	58,03	5802	0	620	-540	6002	0
17+00	100	2,18	4	0	0,00	0,00	51,71	0,00	53,85	5384	0	590	-540	5545	0
18+00	100	3	1,5	0	0,00	0,00	58,50	0,00	55,10	5494	0	262	-540	5322	0
19+00	100	3,27	1,5	0	0,00	0,00	65,09	0,00	61,79	6178	0	311	-540	6070	0
20+00	100	2,66	1,5	0	0,00	0,00	50,51	0,00	57,80	5771	0	295	-540	5639	0
21+00	100	3,78	1,5	0	0,00	0,00	78,13	0,00	64,32	6401	0	318	-540	6305	0
22+00	100	3,49	1,5	0	0,00	0,00	70,62	0,00	74,38	7436	0	356	-540	7399	0
23+00	100	3,45	1,5	0	0,00	0,00	69,60	0,00	70,11	7011	0	341	-540	6951	0
24+00	100	3,14	1,5	0	0,00	0,00	61,89	0,00	65,75	6572	0	325	-540	6487	0
25+00	100	2,96	4	0	0,00	0,00	79,45	0,00	70,67	7065	0	783	-540	7457	0
26+00	100	3	1,5	0	0,00	0,00	58,50	0,00	68,97	6897	0	297	-540	6790	0
27+00	100	3,16	1,5	0	0,00	0,00	62,38	0,00	60,44	6043	0	306	-540	5928	0
28+00	100	3,38	1,5	0	0,00	0,00	67,84	0,00	65,11	6510	0	323	-540	6421	0
29+00	100	3,12	1,5	0	0,00	0,00	61,40	0,00	64,62	6460	0	321	-540	6369	0
30+00	100	3,5	1,5	0	0,00	0,00	70,88	0,00	66,14	6610	0	326	-540	6527	0
31+00	100	3,82	1,5	0	0,00	0,00	79,19	0,00	75,03	7501	0	358	-540	7468	0
32+00	100	3,41	1,5	0	0,00	0,00	68,59	0,00	73,89	7385	0	354	-540	7346	0
33+00	100	2,92	4	0	0,00	0,00	77,91	0,00	73,25	7309	0	811	-540	7734	0
34+00	100	3,04	1,5	0	0,00	0,00	59,46	0,00	68,68	6868	0	297	-540	6760	0
35+00	100	2,47	4	0	0,00	0,00	61,45	0,00	60,46	6024	0	712	-540	6323	0
36+00	100	2,39	4	0	0,00	0,00	58,70	0,00	60,08	6007	0	634	-540	6226	0
37+00	100	2,82	4	0	0,00	0,00	74,11	0,00	66,40	6628	0	676	-540	6902	0

38+00	100	2,53	4	0	0,00	0,00	63,55	0,00	68,83	6878	0	693	-540	7174	0
39+00	100	1,85	4	4	0,00	0,00	41,44	0,00	52,50	5219	0	577	-540	5363	0
40+00	100	3,25	1,5	0	0,00	0,00	64,59	0,00	53,02	5253	0	258	-540	5072	0
41+00	100	5,01	1,5	0	0,00	0,00	112,80	0,00	88,70	8792	0	400	-540	8829	0
42+00	100	5,94	1,5	0	0,00	0,00	142,03	0,00	127,41	12720	0	521	-540	12960	0
43+68	68	7,03	1,5	0	0,00	0,00	179,85	0,00	160,94	10923	0	421	-367	11201	0
43+32	32														
44+32	32														
44+68	68	7,35	1,5	0	0,00	0,00	191,74	0,00	95,87	5601	0	249	-367	5595	0
45+00	100	6,66	1,5	0	0,00	0,00	166,54	0,00	179,14	17902	0	659	-540	18389	0
46+00	100	5,97	1,5	0	0,00	0,00	143,01	0,00	154,78	15466	0	597	-540	15839	0
47+00	100	4,08	1,5	0	0,00	0,00	86,17	0,00	114,59	11370	0	481	-540	11541	0
48+00	100	2,16	4	0	0,00	0,00	51,06	0,00	68,62	6616	0	800	-540	7016	0
49+00	100	2,09	4	0	0,00	0,00	48,82	0,00	49,94	4994	0	561	-540	5117	0
50+00	100	3,16	1,5	0	0,00	0,00	62,38	0,00	55,60	5531	0	265	-540	5363	0
51+00	100	3,62	1,5	0	0,00	0,00	73,96	0,00	68,17	6811	0	334	-540	6740	0
52+00	100	2,27	4	0	0,00	0,00	54,66	0,00	64,31	6309	0	758	-540	6660	0
53+00	100	2,85	4	0	0,00	0,00	75,24	0,00	64,95	6473	0	665	-540	6733	0
54+00	100	2,48	4	0	0,00	0,00	61,80	0,00	68,52	6843	0	691	-540	7136	0
55+00	100	1,96	4	4	0,00	0,00	44,77	0,00	53,28	5310	0	584	-540	5463	0
Итог										394032	0	27218		399893	0

Окончание приложения В

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Расчет дорожных одежд

Проектные данные:

- категория дороги – II;
- заданная надежность $K_n = 0,95$;
- расчетный срок службы $T_{сл}$, лет – 20;
- ширина проезжей части, м – 7,5;
- давление в шине p , МПа – 0,60;
- диаметр отпечатка шины D (динамическая нагрузка), см – 39,00;
- статическая нагрузка на ось Q , кН – 100,00
- суммарное число приложений нагрузки – 4239016,039.

Вариант № 1.

Конструктивный слой № 1: 7,0 см. Асфальтобетон горячей укладки высокоплотный марка битума БНД/БН-40/60

Конструктивный слой № 2: 7,0 см. Асфальтобетон горячей укладки плотный III марки из щебёночной (гравийной) смеси типа Б, марка битума БНД/БН-40/60

Конструктивный слой № 3: 8,0 см. Щебень чёрный для оснований устроенный по способу пропитки вязким битумом и битумной эмульсией

Конструктивный слой № 4: 20,0 см. Щебень фракционированный 40..80 (80..120) мм легкоуплотняемый с заклинкой фракционированным мелким щебнем

Конструктивный слой № 5: 38,0 см. Песок крупный с содержанием пылевато-глинистой фракции 0%

Грунт земляного полотна – суглинок тяжёлый пылеватый.

Результаты расчета на упругий прогиб:

- поверхностный модуль упругости $E_{пов.} = 337,9$ МПа;
- требуемый модуль упругости $E_{тр.} = 333,16$ МПа;

- расчетный коэффициент прочности $K_{\text{расч.}} = 1,970$;
- требуемый коэффициент прочности $K_{\text{тр.}} = 1,200$;
- запас прочности 64 %.

Результаты расчета на сдвигоустойчивость:

а) параметры материала:

- грунт – песок крупный;
- угол внутреннего трения $\varphi = 30,8^\circ$;
- сцепление $c_n = 0,003$ МПа;
- статический угол внутреннего трения $\varphi_{\text{ст.}} = 35,0^\circ$;
- коэффициент $K_\phi = 2,0$.

б) параметры модели:

- средневзвешенный модуль упругости верхних слоев $E_v = 1157,14$ МПа;
- модуль упругости на поверхности расчетного слоя $E_n = 76,87$ МПа;
- средневзвешенный удельный вес верхних слоев $\gamma = 0,0019$ МПа;
- глубина расположения расчетного слоя $Z_{\text{он.}} = 42$ см;
- удельное активное напряжение сдвига $\tau = 0,01896$ МПа;
- расчетное активное напряжение сдвига $T = 0,011$ МПа;
- предельное активное напряжение сдвига $T_{\text{пр.}} = 0,012$ МПа;
- расчетный коэффициент прочности $K_{\text{расч.}} = 1,030$;
- требуемый коэффициент прочности $K_{\text{тр.}} = 1,000$;
- запас прочности 3 %.

Результаты расчета на сопротивление при изгибе:

а) параметры материала:

- а сфальтобетон горячей укладки плотный III марки из щебёночной (гравийной) смеси типа Б, марка битума БНД/БН-40/60;
- нормативное сопротивление $R_0 = 10,00$ МПа;
- усталостный показатель степени $m = 6,0$;
- коэффициент различия $\alpha = 5,0$;
- коэффициент снижения прочности $k_2 = 0,8$.

б) параметры модели:

- средневзвешенный модуль упругости монолитных слоев $E_{\text{с.}} = 7300,00$ МПа;

- поверхностный модуль упругости нижнего слоя в пакете монолитных слоев $E_{\text{общ.}} = 168,48$ МПа;

- глубина расположения расчетного слоя $Z_{\text{он.}} = 14,0$ см;

- коэффициент $K_{\text{с.}} = 0,85$;

- коэффициент усталостного разрушения $k_1 = 0,66$;

- наибольшее растягивающее напряжения $\sigma_r = 1,607$ МПа;

- прочность материала при изгибе $R_n = 4,351$ МПа;

- расчетный коэффициент прочности $K_{\text{расч.}} = 2,707$;

- требуемый коэффициент прочности $K_{\text{тр.}} = 1,000$;

- запас прочности 171 %.

Результаты расчета на морозоустойчивость:

- глубина грунтовых вод $H_y = 1,20$ м;

- коэффициент учета уровня грунтовых вод $K_{\text{угв.}} = 0,73$;

- Пучинистость грунта – группа 4 (сильнопучинистый);

- коэффициент учета нагрузки от вышележащих слоев $K_{\text{нагр.}} = 1,40$;

- коэффициент, зависящий от расчетной влажности грунта $K_{\text{вл.}} = 1,16$;

- коэффициент, зависящий от уплотнения слоя $K_{\text{пл.}} = 0,80$;

- коэффициент учета гранулометрии основания $K_{\text{гр.}} = 1,30$;

- величина морозного пучения при усредненных условиях $L_{\text{пуч.ср.}} = 2,22$ см.

- ожидаемая пучинистость грунта $3,85$ см < 80 % от допустимой $4,00$ см.

Вывод: конструкция является морозоустойчивой.

Вариант № 2.

Конструктивный слой № 1: 7,0 см. Асфальтобетон горячей укладки пористый I марки из мелкозернистой щебёночной (гравийной) смеси марка битума БНД-40/60.

Конструктивный слой № 2: 8,0 см. Асфальтобетон горячей укладки высокопористый I марки из крупнозернистой щебёночной (гравийной) смеси марка битума БНД-40/60.

Конструктивный слой № 3: 10,0 см. Щебень чёрный для оснований уложенный по способу заклинки

Конструктивный слой № 4: 25,0 см. Смеси щебёночные с непрерывной гранулометрией С5 - 40 мм (для оснований)

Конструктивный слой № 5: 40,0 см. Песок средней крупности, с содержанием пылевато-глинистой фракции 0%.

Грунт земляного полотна – суглинок тяжёлый пылеватый.

Результаты расчета на упругий прогиб:

- поверхностный модуль упругости $E_{\text{пов.}} = 327,9$ МПа;
- требуемый модуль упругости $E_{\text{тр.}} = 333,16$ МПа;
- расчетный коэффициент прочности $K_{\text{расч.}} = 1,260$;
- требуемый коэффициент прочности $K_{\text{тр.}} = 1,200$;
- запас прочности 59 %.

Результаты расчета на сдвигоустойчивость:

а) параметры материала:

- грунт – суглинок тяжелый;
- угол внутреннего трения $\varphi = 27,8^\circ$;
- сцепление $c_n = 0,003$ МПа;
- статический угол внутреннего трения $\varphi_{\text{ст.}} = 32,0^\circ$;
- коэффициент $K_\phi = 2,0$.

б) параметры модели:

- средневзвешенный модуль упругости верхних слоев $E_\phi = 760,00$ МПа;
- модуль упругости на поверхности расчетного слоя $E_n = 74,65$ МПа;
- средневзвешенный удельный вес верхних слоев $\gamma = 0,0018$ МПа;
- глубина расположения расчетного слоя $Z_{\text{он.}} = 50$ см;
- удельное активное напряжение сдвига $\tau = 0,01714$ МПа;
- расчетное активное напряжение сдвига $T = 0,011$ МПа;

- предельное активное напряжение сдвига $T_{np.} = 0,012$ МПа;
- расчетный коэффициент прочности $K_{расч.} = 1,100$;
- требуемый коэффициент прочности $K_{тр.} = 1,000$;
- запас прочности 10 %.

Результаты расчета на сопротивление при изгибе:

а) параметры материала:

- асфальтобетон горячей укладки высокопористый I марки из крупнозернистой щебёночной (гравийной) смеси марка битума БНД-40/60;
- нормативное сопротивлений $R_0 = 5,50$ МПа;
- усталостный показатель степени $m = 4,3$;
- коэффициент различия $\alpha = 5,9$;
- коэффициент снижения прочности $k_2 = 0,8$.

б) параметры модели:

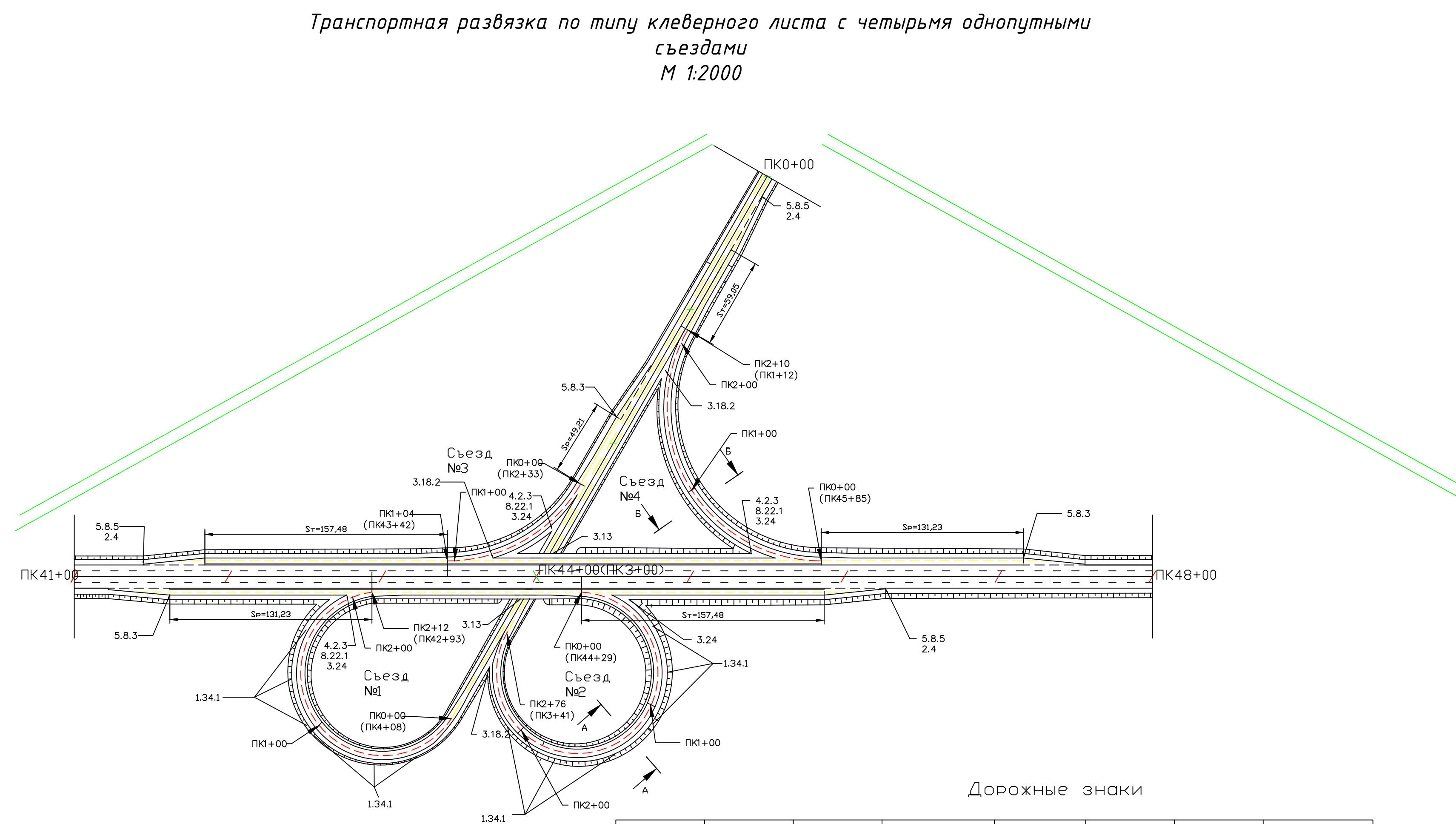
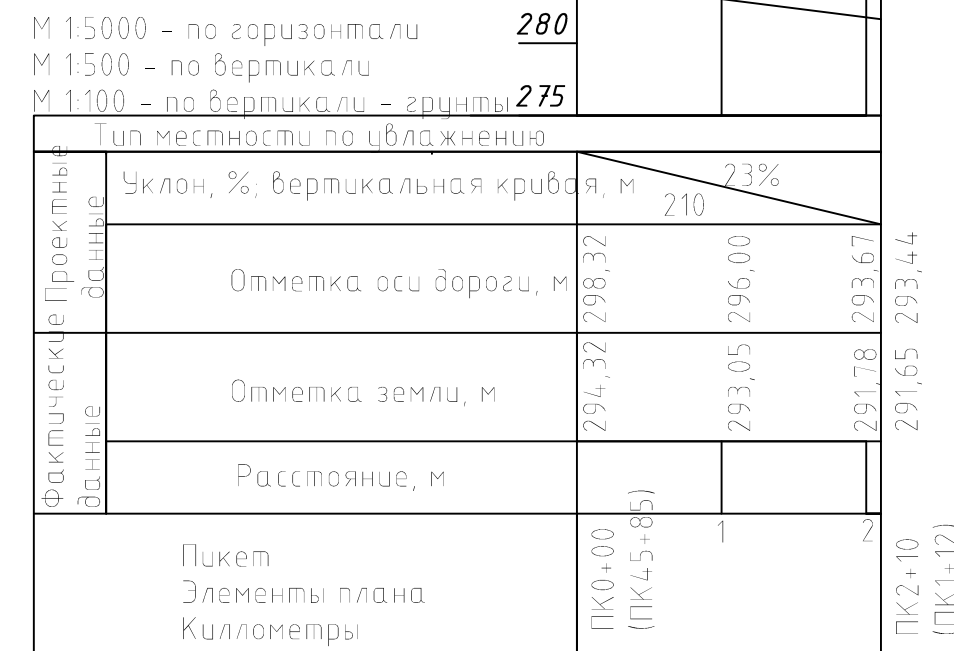
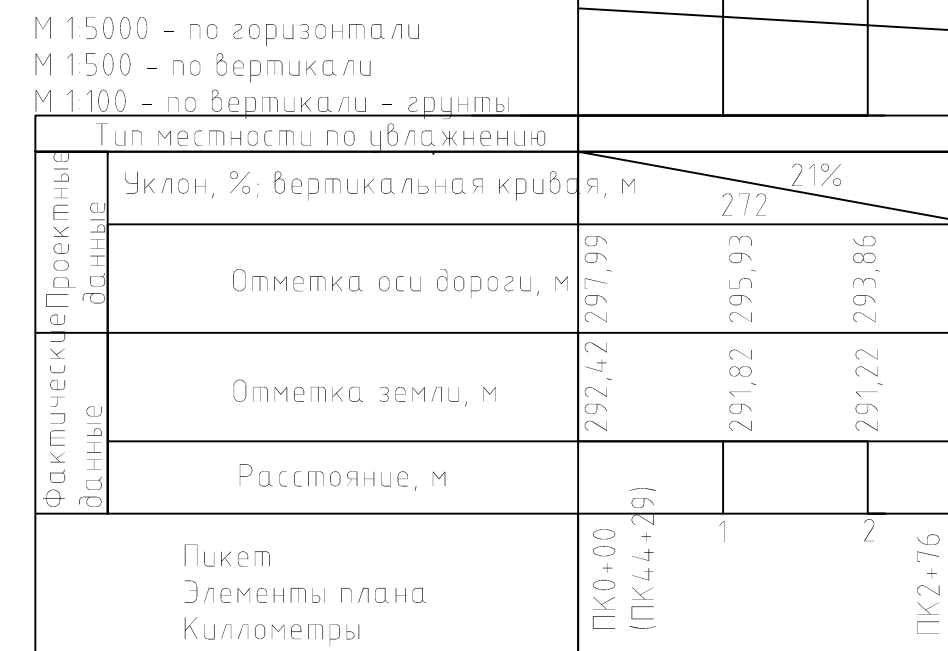
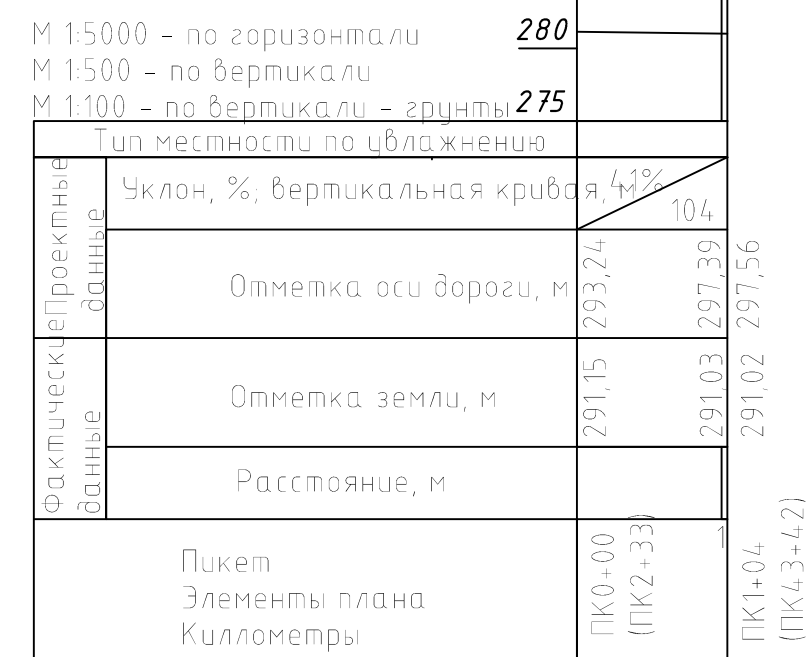
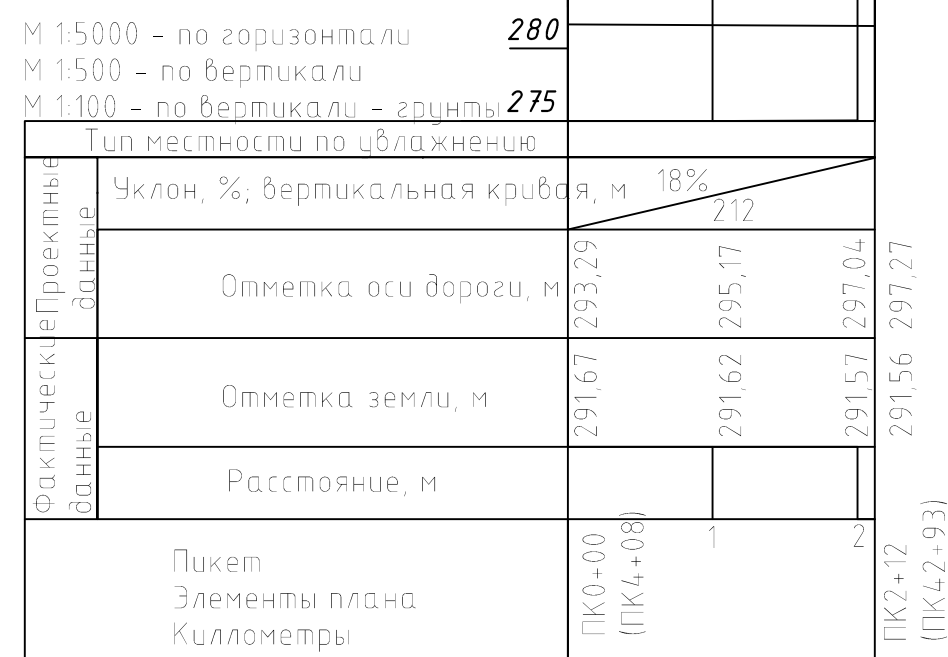
- средневзвешенный модуль упругости монолитных слоев $E_{с.} = 3280,00$ МПа;
- поверхностный модуль упругости нижнего слоя в пакете монолитных слоев $E_{общ.} = 172,08$ МПа;
- глубина расположения расчетного слоя $Z_{он.} = 15$ см;
- коэффициент $K_{с.} = 0,85$;
- коэффициент усталостного разрушения $k_1 = 0,35$;
- наибольшее растягивающее напряжения $\sigma_r = 1,068$ МПа;
- прочность материала при изгибе $R_n = 1,265$ МПа;
- расчетный коэффициент прочности $K_{расч.} = 1,184$;
- требуемый коэффициент прочности $K_{тр.} = 1,000$;
- запас прочности 18 %.










Результаты расчета на морозоустойчивость:

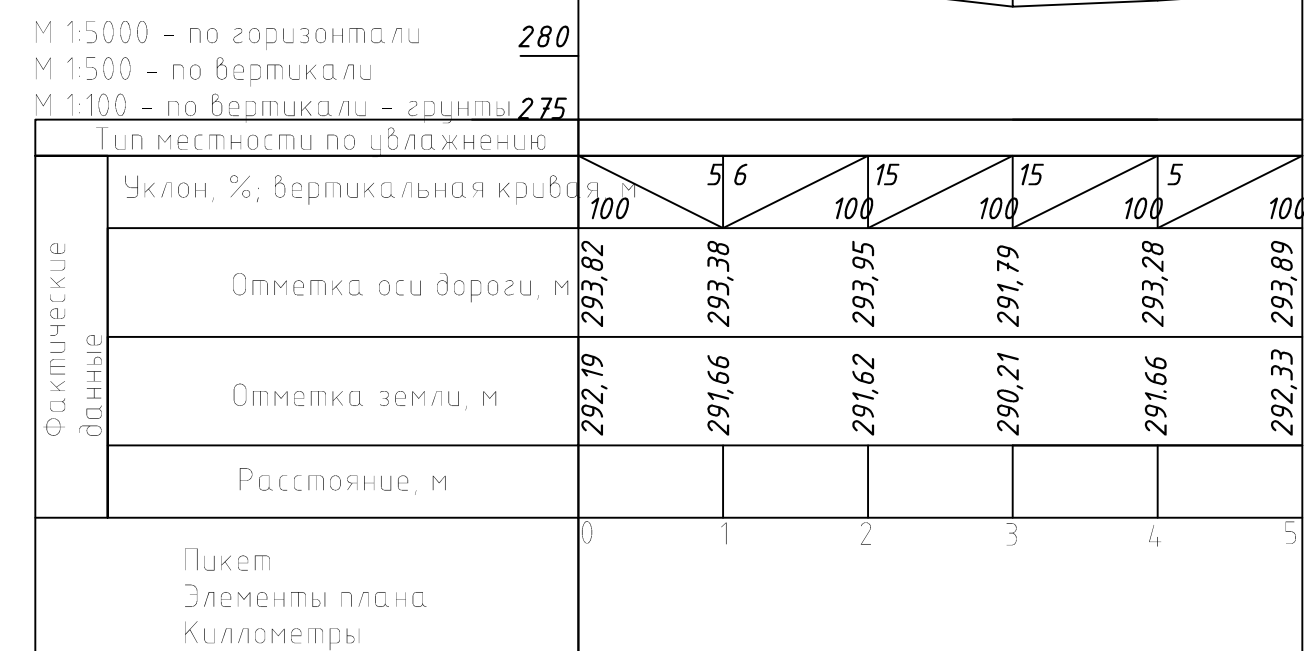
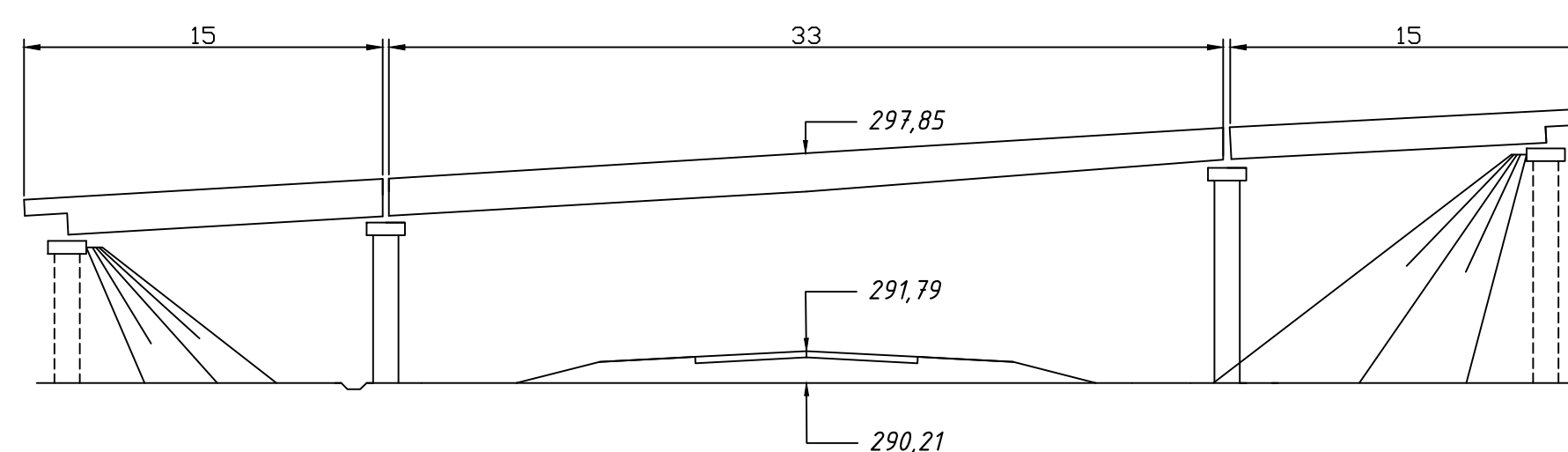
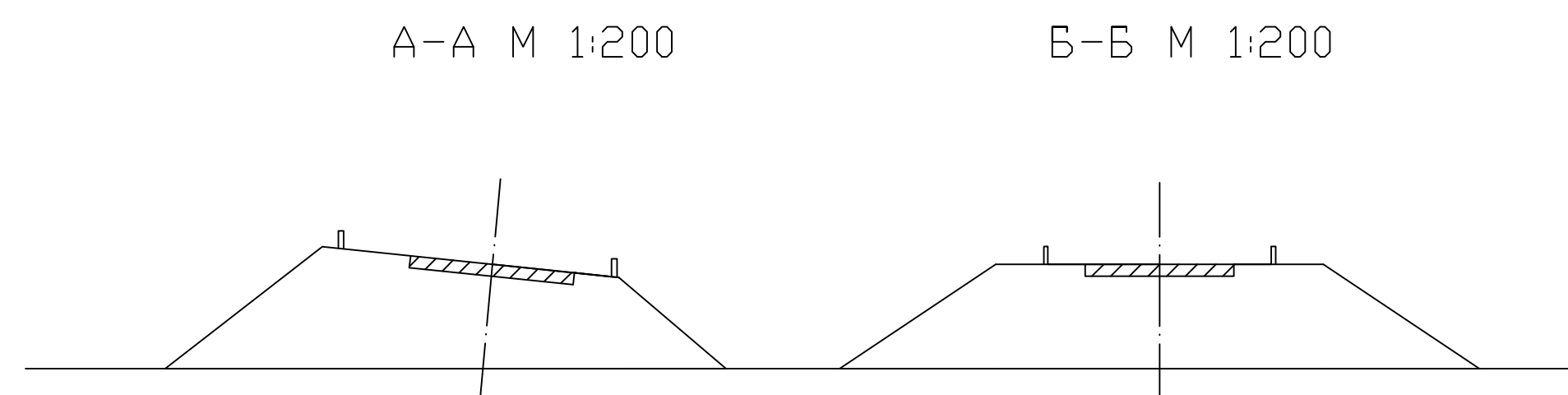
- глубина грунтовых вод $H_y = 1,10$ м;
- коэффициент учета уровня грунтовых вод $K_{угв.} = 0,76$;
- Пучинистость грунта – группа 4 (сильнопучинистый);
- коэффициент учета нагрузки от вышележащих слоев $K_{нагр.} = 1,40$;

- коэффициент, зависящий от расчетной влажности грунта $K_{вл.} = 1,16$;
- коэффициент, зависящий от уплотнения слоя $K_{пл.} = 0,80$;
- коэффициент учета гранулометрии основания $K_{гр.} = 1,30$;
- величина морозного пучения при усредненных условиях $L_{пуч.ср.} = 1,60$ см.
- ожидаемая пучинистость грунта $2,06 \text{ см} < 80 \% \text{ от допустимой } 4,00 \text{ см}$.

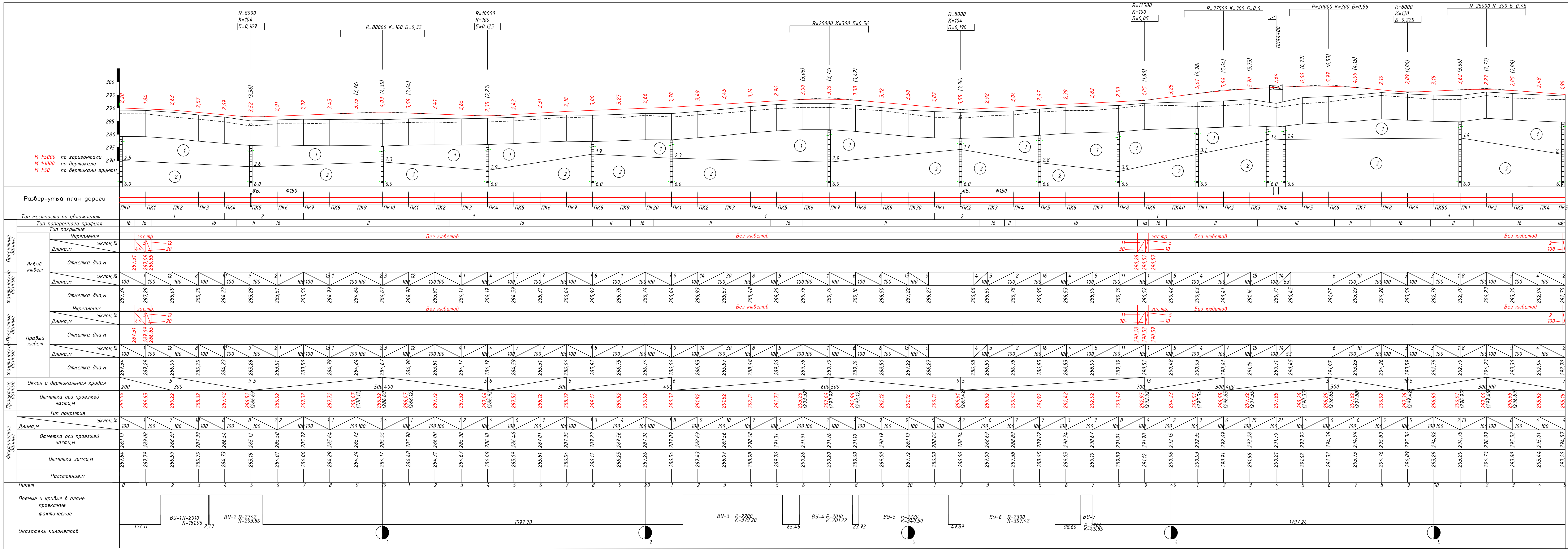
Вывод: конструкция является морозоустойчивой.



Номер знака	Название	Количество	Условное обозначение	Номер знака	Название	Количество	Условное обозначение
1.34.1	Направление поворота	12		5.8.3	Начало полосы	3	
2.4	Уступи дорогу	4		5.8.5	Конец полосы	3	
3.18.2	Поворот налево запрещен	3		3.24	Ограничение максимальной скорости	4	
4.2.3	Объезд препятствия справа или слева	2		8.22.1	Препятствие	2	
3.13	Ограничение по высоте	2					



						ВКР 270800.62-411310982			
						Сибирский Федеральный Университет			
						Инженерно-строительный институт			
Изм.	Кол.	Лист	док.	Подп.	Дата				
Разраб.		Перлов С.А			06.17	Реконструкция участка автомобильной дороги III категории в Иркутской области	Стадия	Лист	Листов
							У	6	7
Руковод.		Жуков В.И.			06.17				
Зав.Каб.		Сербинский В.В			06.17	Деталь: транспортная развязка			АД УГС
					06.17				



Условные обозначения	
N ИЭ	Наименование ИЭ
1	Насыпной элемент в виде сооружения тяжелого транспорта
2	Песок мелкий

① Номер инженерно-геологического элемента

ВКР 270800.62-41310982									
Сибирский федеральный университет									
Инженерно-строительный институт									
Изм.	Кол.	Лист	Док.	Подп.	Инт.	Реконструкция участка автомобильной дороги III категории в Иркутской области			
Разраб.	Лист	Лист	Лист	Лист	Лист	Страниц	Лист	Лист	Лист
Разраб.	Лист	Лист	Лист	Лист	Лист	Страниц	Лист	Лист	Лист
Разраб.	Лист	Лист	Лист	Лист	Лист	Страниц	Лист	Лист	Лист
Разраб.	Лист	Лист	Лист	Лист	Лист	Страниц	Лист	Лист	Лист

